



Prototipo de herramienta software orientado a dispositivos móviles para apoyar la práctica médica en el área de la ortodoncia

A mobile-device-oriented software tool prototype to support medical practice in the field of orthodontics

Saida Rocío Higuera Ramírez

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. say2032@gmail.com

Mary Elizabeth Ramírez Sanguino

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. mary0605@gmail.com

Henry Arguello Fuentes

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. henarfu@uis.edu.co

Resumen

Este artículo describe el análisis, diseño y desarrollo de una herramienta Software, que brinda a los especialistas en el área de ortodoncia un acompañamiento y facilidad para la toma de datos (historia clínica) al momento de realizar el control del tratamiento de un paciente. Se presentan los resultados del desarrollo del proyecto, los cuales comprenden la implementación de dos prototipos software: Uno para computadores de escritorio y uno para dispositivos móviles o asistentes personales. Los dos prototipos desarrollados tienen la posibilidad de comunicarse entre sí a través de una conexión inalámbrica o por medio de un cable de datos USB, para compartir la información de los pacientes y de esta manera mejorar la asistencia médica.

Palabras Claves: Historia Clínica, Historia Clínica Electrónica, Ortodoncia, Software para Dispositivos Móviles.

Abstract

This paper describes the analysis, design and development of a software tool intended to be used by orthodontists. The software tool allows collecting, processing and displaying the patient's data as well as his/her medical history, which provides the specialist with easy-to-use data collection that helps to control his patients' treatments. We present the results of the project development, which include the design and implementation of two software prototypes: the first one intended for desktop computers and the other oriented to mobile electronic devices. The two software prototypes developed can communicate with each other through a wireless link or via USB ports/sockets. These functionalities ease the process of sharing patients' information and therefore aid in improving health assistance at the consulting room.

Keywords: Mobile PDA device, Medical Records, Electronic Health Record, Orthodontics.

Fecha recibido: Mayo 05/2011
Fecha modificado: Junio 10/2011
Fecha aceptado: Julio 30/2011



1. Introducción

En todo establecimiento de salud se le asigna una vital importancia al registro de la relación médico-paciente que tiene lugar en lo que se conoce como *historia clínica*. La historia clínica se considera como el único documento válido desde el punto de vista clínico y legal [4], donde se refleja no solo la práctica médica, sino también el cumplimiento de los deberes del personal en salud respecto al paciente, convirtiéndose en la herramienta a través de la cual se evalúa el nivel de la calidad técnico-científica, humana, ética y la responsabilidad del profesional en salud. Los datos que se almacenan en este documento se deben registrar de manera clara, completa, legible, segura y la disponibilidad de la información se hace indispensable.

Siendo lo anterior una necesidad evidente, la migración hacia una sistematización de la historia clínica [6] para los establecimientos de salud se convierte en una realidad inminente, puesto que el mantenimiento de las historias clínicas en papel tiene inconvenientes durante el diligenciamiento, almacenamiento y conservación de las mismas. A esto habría que añadir la creciente demanda de información adecuadamente estructurada, en combinación con el marcado desarrollo de la ciencia computacional, lo que ha repercutido en el desarrollo de la *historia clínica electrónica*. Las computadoras permiten mejorar la legibilidad, la accesibilidad y la estructura de la información, aunque demandan cuidados especiales en la recolección de datos.

En este contexto, la historia clínica electrónica es solo uno de los componentes de los actuales sistemas de información desarrollados para la salud. La historia clínica electrónica tiene como objetivo la adquisición, almacenamiento, recuperación, procesamiento e intercambio de datos clínicos relacionados con un paciente [7]. Adicionalmente la demanda de estas nuevas tecnologías se ha incrementado hasta el punto de requerir una disponibilidad total del sistema al momento de registrar la información de los pacientes en cualquier lugar de la consulta. Esta exigencia conduce a la necesidad de brindar movilidad a las aplicaciones que se desarrollan para las áreas de la salud. En sintonía con lo anterior, los nuevos sistemas y herramientas informáticas ahora están integrando la computación móvil para brindar completa asistencia en la adquisición y consulta de los datos médicos, para que estos se realicen junto con el paciente sin depender de un sitio fijo [17].

Esta tendencia hacia la implementación de historias clínicas electrónicas y móviles está tomando fuerza en todas las áreas de la salud, y en particular, en el caso de la salud oral y más específicamente de la ortodoncia, el cual es el tema de interés del presente artículo.

La calidad del servicio de ortodoncia siempre tiene como elementos prioritarios la eficacia en el diagnóstico y corrección de las estructuras dento-faciales, pero también es un aspecto importante la denominada continuidad asistencial: La información acerca de un paciente debería estar disponible con independencia del centro donde sea tratado, de forma que no haya rupturas en el conocimiento de tratamientos, diagnósticos, etc., permitiendo así que la asistencia odontológica para ese paciente se realice de manera continua.

Por otro lado, los médicos ortodoncistas gastan grandes cantidades de tiempo en escribir o dictar notas y órdenes del tratamiento de sus pacientes. Una herramienta software que integre diversas funcionalidades en un solo producto, fácil de operar y práctico,

facilitaría en gran medida dicha labor. En la literatura se han propuesto varias soluciones software para computadores de escritorio que permiten al especialista en ortodoncia tener apoyo, entre otros, durante: la toma de decisiones sobre planeación de tratamientos [13], soporte en la adquisición de mediciones de moldes [2] y visualización en 3D [1, 3]. En cuanto a el desarrollo de soluciones móviles, uno de los trabajos más recientes y publicado en la literatura es el desarrollado en Tailandia por Chanjira y otros [18], donde se muestra el diseño y desarrollo de una solución para el apoyo de las actividades del especialista en ortodoncia. Esta solución incluye el diseño e implementación de una aplicación con acceso Web, en computadores de escritorio y en dispositivos móviles. Sin embargo, y a pesar del notable crecimiento en el acceso y uso de los dispositivos móviles, las soluciones orientadas a estos dispositivos son aún escasas (ver Sección 6). De aquí nació la iniciativa de implementar un aplicativo soportado sobre tecnología móvil que permita un manejo de los datos en el punto de asistencia del ortodoncista y de esta manera adquirir los mismos y generar la información del paciente en línea.

El desarrollo de una solución software orientada para dispositivos móviles para el apoyo de las actividades del ortodoncista puede verse como uno de los primeros pasos en la investigación y desarrollo de soluciones software móviles para estos especialistas en nuestro país.

2. Historia clínica en el área de ortodoncia

Así como en las distintas áreas de la medicina, los especialistas en ortodoncia también cuentan con un formato que registra la información de los pacientes y las actividades realizadas en cada uno de los controles. En dicha labor requieren de herramientas de acompañamiento que les faciliten la captura de datos durante los procedimientos de ortodoncia, con los cuales se desean corregir las diferentes anomalías dento-faciales que presenta un paciente. Estas herramientas podrían permitir, de manera amigable al usuario a través de interfaces gráficas, registrar las actividades que se hacen necesarias para el tratamiento de un paciente al momento de realizar el control correspondiente. Actualmente existen opciones en el mercado que proporcionan soluciones para digitalizar la historia clínica y control de los pacientes, pero dichas soluciones en su gran mayoría han sido implementadas solo para computadores de escritorio [19, 20].

Por otra parte, según la información adquirida con las entrevistas realizadas a secretarías, auxiliares y médicos que trabajan en más de un centro de salud que prestan el servicio de tratamientos de ortodoncia, estos presentan las siguientes condiciones de trabajo:

- La mayoría no cuenta con una herramienta informática que permita administrar la historia clínica del paciente y el control del tratamiento.
- En el caso de contar con herramientas, estas no proveen soporte a la movilidad del especialista para el registro de los datos del control, pues son aplicaciones de escritorio, razón por la que se deben registrar los datos en papel y posteriormente proceder a digitalizarlos en el consultorio donde está ubicado el sistema.
- El especialista se desplaza constantemente cuando hay más de un módulo en el consultorio realizando el registro de actividades de cada paciente de forma escrita.



- El control de citas en los centros de salud donde laboran los especialistas consultados se efectúa de una manera poco práctica, en muchas ocasiones no es posible visualizar el tipo de cita, ni el módulo al que se asignó, ocasionando pérdida de tiempo y errores.
- Los especialistas cuentan con más de un consultorio donde las condiciones de trabajo son las mismas o más obsoletas.

Lo descrito anteriormente, muestra un ambiente de trabajo en donde la información no es almacenada de forma sistematizada. De allí la necesidad de desarrollar una aplicación que les permita a los especialistas en ortodoncia, disponer de la información de manera organizada, rápida y segura.

3. Solución planteada

Para plantear la solución se entrevistaron quince usuarios potenciales del sistema: ocho especialistas del área de ortodoncia, cinco auxiliares y dos secretarías. Todos los usuarios cumplían con la característica de trabajar como mínimo en dos consultorios donde atendían en promedio entre 400 y 500 pacientes al mes. Después de las entrevistas se documentó el levantamiento de requerimientos. Entre los requerimientos, se tuvo en cuenta la información de la historia clínica que requerían los médicos ortodontistas consultados, que se adapta a sus necesidades y que llevan utilizando y mejorando desde el inicio de sus trabajos en el consultorio. Posteriormente, se realizó un análisis detallado de los mismos y se diseñó una solución software con dos aplicaciones: Una para computador de escritorio y otra para dispositivos móviles PDA (Personal Digital Assistant – Asistente digital personal). Estas aplicaciones se implementaron utilizando como entorno de desarrollo Microsoft .Net Framework 3.5, Compact Framework 3.5 Windows Mobile, Visual Studio 2008, el lenguaje C# [5, 8] y como administrador de bases de datos Microsoft SQL Server y Microsoft SQL Server Compact Edition para el caso de la aplicación móvil. La sincronización entre las dos aplicaciones del sistema se realiza mediante la herramienta Microsoft ActiveSync. Todas las herramientas fueron obtenidas de forma gratuita desde el sitio Web del proveedor¹.

El desarrollo del sistema se llevó a cabo utilizando la metodología de Proceso Unificado Ágil (AUP) [10, 11], teniendo en cuenta la constante intervención de los usuarios. Además, esta metodología permite realizar entregas en tiempos cortos, mantener los requisitos actualizados de acuerdo a las necesidades variables del cliente, evita la necesidad de generar documentación innecesaria focalizándose solamente en los archivos de seguimiento del proyecto. Otra característica importante de la metodología AUP es su enfoque para grupos pequeños de trabajo, donde los roles son considerados como asignaciones de responsabilidades que pueden ser realizados por varias personas y cada persona puede ser parte de varios roles [12, 15, 16].

En la Figura 1 se puede observar cada uno de los componentes que integran la aplicación de escritorio, la cual permite a los diferentes usuarios (administrador, especialistas y auxiliares) realizar las siguientes funciones:

¹ <http://msdn.microsoft.com/es-es/aa570309> (Febrero 2011)

- Gestionar la información de la historia clínica y citas médicas, aquí se incluye la revisión por sistemas, en la cual se adquiere información acerca de los sistemas neurológico y hematológico del paciente, enfermedades que ha tenido el paciente y otros (accidentes, hospitalizaciones, etc).
- Generar reportes y órdenes médicas.
- Administrar y configurar la aplicación.
- Registrar exámenes por paciente para su posterior análisis (Datos de análisis).
- Realizar la sincronización de los datos entre el computador personal y el dispositivo móvil.

La aplicación móvil, además de administrar la historia clínica, también permite:

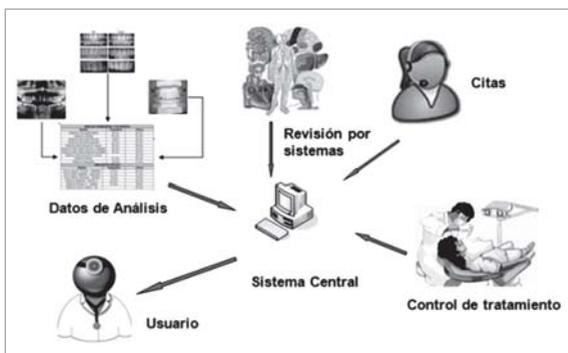


Figura 1. Componentes de la aplicación de escritorio.

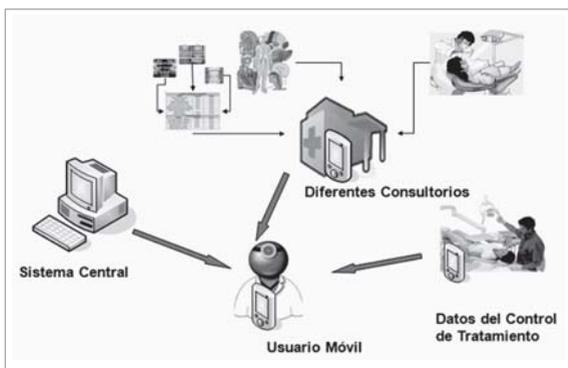


Figura 2. Componentes de la aplicación móvil.

- Por medio de una interfaz gráfica registrar sobre un odontograma² todas las actividades y observaciones realizadas a cada paciente durante el control del tratamiento.
- Visualizar en cualquier momento y lugar que se necesite (cuando se encuentren en diferentes consultorios), el estado actual del tratamiento del paciente a través de interfaces amigables al usuario.
- Generar reportes e informes.
- Realizar la sincronización entre el dispositivo móvil y el computador personal.

En la Figura 2 se pueden observar cada uno de los componentes que integran la aplicación orientada al dispositivo móvil.

4. Resultados Obtenidos

Como resultado del trabajo realizado y teniendo en cuenta las necesidades observadas, los requerimientos levantados y, mediante el uso de la metodología de desarrollo AUP, se obtuvo el diseño y se implementó la herramienta software denominada *BANDELETTE*. Esta herramienta cuenta con las dos versiones mencionadas anteriormente: Una versión orientada a computadores personales de escritorio y otra orientada a dispositivos móviles PDA. Las versiones de *BANDELETTE* se pueden sincronizar vía Wi-Fi o USB (ver Figura 3).

² Representación gráfica de las piezas dentales de un paciente.

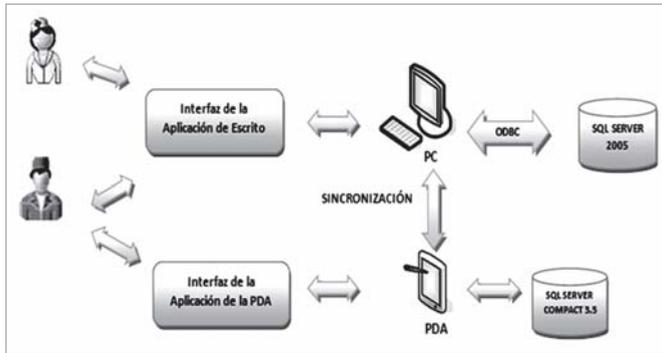


Figura 3. Sincronización de versiones.

4.1. Diagrama de navegación de *BANDELETTE*

Para el diseño de las interfaces gráficas de la aplicación *BANDELETTE* se realizó un diagrama de navegación donde se muestran las funcionalidades obtenidas de los requerimientos de los usuarios (ver Figura 4).

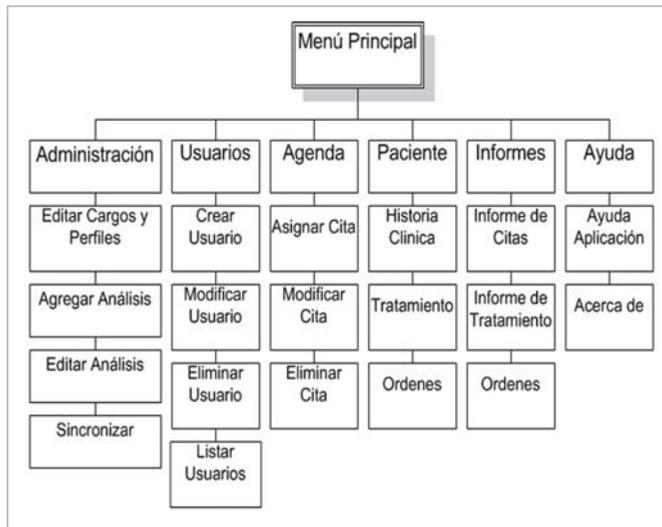


Figura 4. Diagrama de Navegación Aplicación BANDELETTE.

4.2. Aplicación de Escritorio

En la Figura 5 se muestra el formulario de ingreso a la aplicación de escritorio. En este formulario se encarga de validar el nombre de usuario y contraseña. Seguidamente la aplicación mostrará el menú principal, como se muestra en la Figura 6. A través de esta interfaz, se puede acceder a cada uno de los submenús, los cuales se muestran dependiendo de los privilegios que el usuario Administrador haya asignado al usuario que ingresó a la aplicación.

A través de la aplicación de escritorio se puede manejar la información de los usuarios, parámetros y pacientes del sistema. El usuario Administrador tiene todos los privilegios de la aplicación, incluido registrar nuevos usuarios en el sistema, modificar o eliminar la

información de los que ya se encuentran registrados (estas funcionalidades fueron modeladas en el diagrama de casos de uso de la Figura 7), así como también asignar perfiles y decidir los privilegios de cada perfil (la Figura 8 muestra la ventana desarrollada para el manejo de perfiles).

Igualmente el usuario Administrador también puede modificar algunos parámetros del sistema que estén relacionados con los análisis que se le realizan a los pacientes y que permiten completar la historia clínica de cada uno. Además de estas funciones, el Administrador está habilitado para realizar las funciones disponibles para los usuarios comunes.

En cuanto a los pacientes, a través del sistema los especialistas registran los datos personales de cada uno, sus antecedentes personales y los datos dentales, con los cuales posteriormente se generará el diagnóstico. Luego de la generación del diagnóstico, los especialistas registran el tipo de tratamiento del paciente, la técnica de tratamiento, los procedimientos y por último los objetivos que se desean alcanzar a través de este tratamiento. Los especialistas pueden acceder a toda esta información, para un posterior análisis a través de los informes o reportes que la aplicación crea para organizar los datos de cada paciente.

Finalmente, el sistema permite al ortodoncista del centro asignar citas para el control de tratamiento de cada paciente, registrando fecha, hora y tipo de cita que el paciente solicita, según el modelo de casos de uso de la Figura 9.

4.3. Aplicación Orientada a Dispositivos Móviles PDA

La aplicación *BANDELETTE* orientada a dispositivos móviles PDA, maneja toda la información pertinente de los pacientes so-



Figura 5. Formulario de ingreso a la aplicación de escritorio.



Figura 6. Menú principal de la aplicación de escritorio.

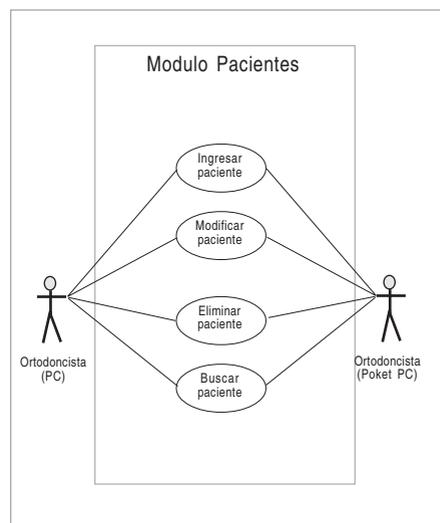


Figura 7. Caso de uso del módulo pacientes.



bre el tratamiento de ortodoncia. Mediante esta aplicación los usuarios pueden registrar los datos de nuevos pacientes, así como también consultar y modificar la información que ya se haya ingresado al sistema. En la Figura 10 se pueden observar las exposiciones por pantalla relacionadas con la interfaz de ingreso, revisión por sistemas y análisis dental.

Por otra parte, esta aplicación móvil es la única que permite el registro de las actividades de control del tratamiento de los pacientes. Todo el proceso relacionado con el ingreso de datos se realiza por medio de interfaces gráficas de usuario, como se ilustra en las Figuras 11 y 12.

Además, los usuarios pueden generar reportes de la información de los pacientes registrados en el sistema, incluyendo las actividades que se realizaron a cada paciente con la fecha en que ésta fue realizada.

4.4. Comunicación entre las dos aplicaciones

El prototipo permite la sincronización de los datos entre la aplicación de escritorio y la aplicación móvil. Se cuenta con dos tipos de sincronización: una cableada y la otra vía Wi-Fi. Si el usuario cuenta con una red inalámbrica de Internet en el lugar de trabajo, la puede utilizar para acceder desde la aplicación móvil a los datos del sistema central de manera inmediata para realizar consultas o registrar nueva información de los pacientes utilizando este tipo de conexión. Para acceder a la información de esta manera, desde la aplicación móvil se elige el tipo de conexión a utilizar.

Si no se cuenta con una red inalámbrica, la sincronización cableada permite igualmente actualizar los datos de la aplicación de escritorio a la móvil y viceversa. Esta tarea la



Figura 8. Interfaz para la administración de perfiles.

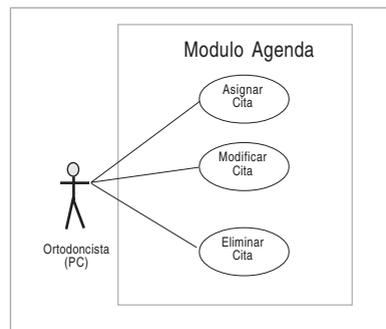


Figura 9. Caso de uso del módulo agenda.

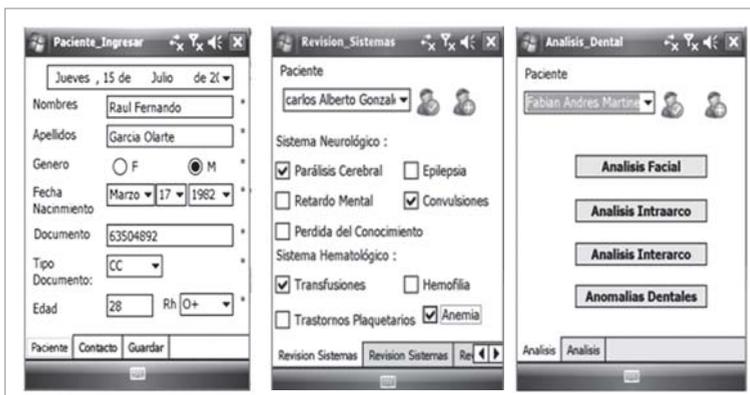


Figura 10. Interfaces de Ingreso, Revisión por Sistemas y Análisis Dental.

realiza el administrador del sistema por medio de la aplicación de escritorio quien debe elegir el sentido en el que desea realizar la sincronización. En la Figura 13 se muestra la ventana que le aparecerá al usuario al iniciar la sincronización. Por último, los detalles y manuales de usuario de las tareas disponibles en el sistema se pueden consultar en [6].

5. Pruebas

Para validar el funcionamiento del sistema fue necesario realizar pruebas durante y al final de la etapa de desarrollo. Con este fin, se realizaron tres tipos de pruebas: Prueba de partición equivalente, prueba de análisis de valor límite y pruebas de documentación y facilidades de ayuda [15, 16].

5.1. Pruebas de Partición Equivalente

La prueba de partición equivalente se dirige a la definición de casos de prueba que descubran clases de errores. Para ello, es necesario definir clases de equivalencia, las cuales representan un conjunto de estados válidos o no válidos para ciertas Condiciones de Entrada (CE) [16]. Este tipo de prueba trata el dominio de valores de entrada.

Existen directrices para la definición de las clases de equivalencia, para el caso que se muestra a continuación, se siguen solo las siguientes:

-  Si una condición de entrada especifica un miembro de un conjunto, se define una clase de equivalencia válida y una no válida.
-  Si una condición de entrada es lógica, se define una clase de equivalencia válida y una no válida.

A partir de estas directrices se realizaron las clases de prueba de partición equivalente para cada elemento de los datos de entrada. El diseño de las CE y los resultados de estas pruebas se pueden visualizar en las Tablas I y II respectivamente.

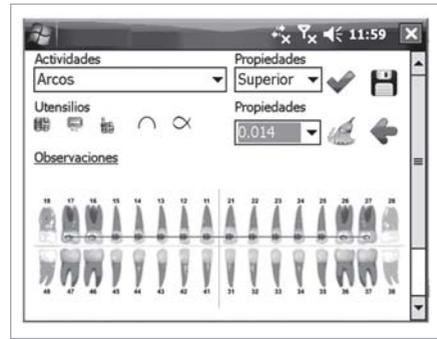


Figura 11. Interfaz Control de Tratamiento.



Figura 12. Interfaz Control de Tratamiento al guardar una Actividad.



Figura 13. Sincronización con el dispositivo.

**Tabla I.** Prueba de Partición Equivalente

| Condición de Entrada | Condición de Entrada Válida | Condición de Entrada inválida |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Longitud de Contraseñas | 1) ≥ 6 | 2) < 6 |
| Longitud de documento | 3) > 0 | 4) ≤ 0 |
| Longitud de Nombre | 5) > 0 | 6) ≤ 0 |
| Edad | 7) ≥ 1 | 8) < 0 |
| Género | 9) M 10) F | 10) Ninguno |
| Tipo de Documento | 11) TI 12) CC 13) CE | 14) Ninguno |
| Número de Teléfono | 15) $= 0$ 16) ≥ 7 | 17) < 7 |
| Número de Celular | 18) ≥ 10 | 19) < 10 |
| Longitud Nickname | 20) ≥ 4 | 21) < 4 |
| Sufijo es | 22) Numérico | 23) Otro valor |
| Sufijo es | 24) Alfanumérico | 25) Otro valor |
| Duración de la Cita | 26) 15 min 27) 30min 28) 45 min | 29) Ninguno |

Tabla II. Prueba Equivalente³

| Código C.E Inválida | Salida |
|---------------------|---|
| 2) | El sistema muestra al usuario una alerta |
| 4) | El sistema impide escribir valores negativos. |
| 6) | El sistema notifica al usuario a través de una alerta |
| 8) | El sistema impide escribir valores negativos. |
| 10) | El sistema muestra al usuario una alerta. |
| 14) 17) 19) 21) | El sistema le notifica al usuario a través de una alerta |
| 23) | El sistema impide ingresar datos que no sean numéricos |
| 25) | El sistema impide ingresar datos que no sean alfanuméricos |
| 29) | El sistema impide ingresar valor diferentes a 15min, 30min o 45 min |

5.2. Pruebas de Análisis de Valor Límite

Estas pruebas complementan las pruebas de valor equivalente, pero en lugar de centrarse solo en los valores de entrada también tiene en cuenta el Análisis de Valores Límites (AVL). La técnica de AVL también obtiene casos de prueba para el campo de salida [15].

En cuanto a las directrices para estas pruebas, a continuación se muestra el caso de prueba que se consideró:

1. Si una condición de entrada especifica un rango delimitado por los valores a y b, se deben diseñar casos de prueba para los valores a y b y para los valores justo por debajo y justo por encima de a y b, respectivamente.

Para esta prueba se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla III.

Tabla III. Prueba Análisis Valor Límite - AVL.

| | C.P Válida | C.P Inválida |
|----------------|------------|--------------|
| Días del Mes* | 1) 1 2) 30 | 3) -1 4) 31 |
| Días del Mes** | 5) 1 6) 31 | 7) -1 8) 32 |

*Para los meses de Febrero, Abril, Junio, Septiembre, Noviembre.

**Para los meses de Enero, Marzo, Mayo, Julio, Agosto, Octubre, Diciembre.

| Código C.P Inválida | Salida |
|---------------------|--|
| 3) | El sistema impide escribir números negativos |
| 4) | Para los meses que tienen 30 días el sistema impide escribir números mayores de 30 |
| 7) | El sistema impide escribir números negativos |
| 8) | Para los meses que tienen 31 días el sistema impide escribir números mayores de 31 |

³ Para ver las especificaciones de esta prueba más a fondo remitase a [6].

5.3. Pruebas a la Documentación y Facilidades de Ayuda

Esta prueba es tan importante como las pruebas del desempeño de la aplicación o del código fuente. De la documentación depende el entendimiento del funcionamiento del sistema y que el usuario pueda sacar un mayor provecho de la mismo.

Estas pruebas se pueden dividir en dos fases. La primera fase, de revisión e inspección, examina el documento para comprobar la claridad editorial. La segunda fase, la prueba en vivo, utiliza la documentación junto al uso del programa real.

La prueba de documentación se realizó a una población compuesta por auxiliares de ortodoncia, asistentes, secretarias y médicos ortodontistas, potenciales usuarios del sistema. Se sumó un total de 15 personas para realizar la actividad. Al terminar con las pruebas se realizó una encuesta conformada por las siguientes preguntas:

1. ¿En general como le pareció el desarrollo de las actividades?
2. ¿Cómo le pareció el ingreso de datos en la aplicación de escritorio?
3. ¿Cómo le pareció el ingreso de datos en la aplicación móvil?
4. Califique la facilidad de navegación en la aplicación
5. ¿Cómo califica la ayuda para la aplicación de escritorio?
6. ¿Cómo califica la ayuda para la aplicación móvil?
7. ¿Que tanto le fue necesario recurrir a la ayuda?
8. ¿Cómo le parecieron los mensajes de alerta de la aplicación?

Los resultados obtenidos para cada una de las preguntas en la encuesta se pueden observar en la Figura 14. La gráfica (a) muestra cómo

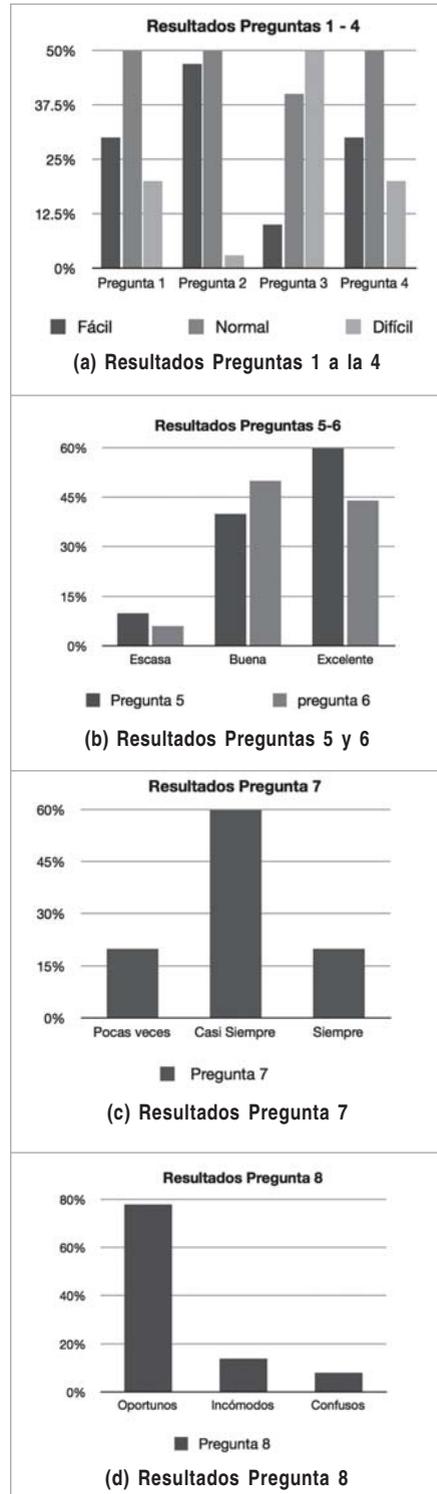


Figura 14. Resultados encuesta sobre documentación y facilidades de ayuda.



los usuarios califican el desarrollo de las actividades con el sistema, el ingreso de datos en la aplicación de escritorio y la facilidad de navegación en dos categorías: fácil y normal. Por su parte, la pregunta 3, relacionada con el ingreso de los datos en la aplicación móvil, tuvo una calificación como difícil. Esta calificación se dió principalmente a que la PDA implica el manejo de un dispositivo mucho más pequeño y novedoso, comparado con un computador.

La gráfica (b) presenta cómo fue calificada la ayuda en la aplicación de escritorio y en la aplicación móvil, la cual en su mayoría tuvo como resultado las valoraciones buena y excelente. La gráfica (c) muestra claramente que la ayuda es necesaria para el manejo de las aplicaciones al menos inicialmente, pues en su mayoría, los usuarios tuvieron que recurrir *casi siempre* a la misma.

Finalmente, la gráfica (d) presenta la opinión de los usuarios respecto a los mensajes de alerta de la aplicación. Estos mensajes fueron calificados como *oportunos*, lo cual es un buen indicador de desempeño teniendo en cuenta que la aplicación es una herramienta nueva y que los posibles errores humanos que pueden generarse son altos, éstos mensajes de alerta ayudan a disminuir la probabilidad de cometerlos.

6. Trabajo Previo

En aplicaciones software orientadas para el sector odontológico y/o de ortodoncia se pueden encontrar, a nivel nacional e internacional, una gran variedad de aplicaciones orientadas para computadores de escritorio como Odontology [19], Dentagrama [20], a nivel nacional. A nivel internacional, soluciones como EdgeDMS [21], OdontoPalm [22] y EasyDental Mobil [23], proporcionan una opción de apoyo al odontólogo a través de dispositivos móviles como iPad y Palm. Otros trabajos, presentan el uso de aplicaciones software multimedia para la enseñanza oral en ortodoncia [14]. Así mismo, a nivel nacional, se han desarrollado proyectos que si bien no son para el área de ortodoncia, si han sido implementados en el ámbito de la medicina general, es el caso del proyecto [24] desarrollado para plataformas de escritorio y agendas digitales personales y el proyecto [9] soportada en tecnologías Web. Sin embargo, a nivel nacional, el desarrollo de soluciones software que contemplen el uso de computadores de escritorio y dispositivos móviles como apoyo a la labor del ortodoncista es todavía limitado.

7. Conclusiones

El éxito en el desarrollo de esta herramienta se debió en gran parte a la aplicación continua y rigurosa de la metodología AUP, de la cual se rescata su flexibilidad mediante la constante intervención de los usuarios [11].

La arquitectura proporcionada por el sistema Windows para dispositivos móviles [25] ayudó a establecer un ambiente robusto y protegido para una solución móvil. Esta arquitectura fue de gran ayuda debido a que cubre los tres principales componentes de seguridad en una red al abarcar las consideraciones de dispositivo, servidor y en las comunicaciones.

Los resultados relacionados con la usabilidad de las herramientas desarrolladas muestran en general, que el personal del consultorio tuvo una experiencia satisfactoria con el uso de las aplicaciones, lo cual puede considerarse un indicador de que esta solución puede llegar a ser implantada sin mayor dificultad para el personal médico en un consultorio de ortodoncia.

Por otro lado, los diseños de la interfaz gráfica, la arquitectura y los modelos de navegación y pruebas generados durante el desarrollo de la solución BANDELETTE, fueron parte fundamental para la implementación y validación de los mismos de acuerdo a los requisitos establecidos por los usuarios del consultorio de ortodoncia. La experiencia con la metodología AUP fue satisfactoria al permitir evolucionar éstos modelos del sistema, los cuales incluían las dos aplicaciones (orientadas a PC y PDA), a medida que el cliente solicitaba cambios o modificaciones en éstos. Finalmente, el proceso de desarrollo alcanzó el resultado final deseado: una solución robusta con la cual el manejo de los datos, la visualización y control de la información del paciente fuera más organizada y accesible en el computador de escritorio y más aún, sobre dispositivos móviles PDA.

Cabe mencionar que en la actualidad la aplicación esta siendo probada, con el fin de detectar problemas con su utilización y de generar nuevos requerimientos para la segunda versión, esto facilitará el acople de los usuarios con la herramienta así como la generación de nuevas necesidades que permitan mejorar las soluciones de este tipo.

Para dicha segunda versión de *BANDELETTE* también se planea implementar módulos y funcionalidades que permitan el manejo de la parte contable, gestión y recepción de imágenes radiográficas a través de Internet, así como el manejo de actividades sobre el odontograma, pero enfocado en el área de odontología.

8. Referencias bibliográficas

- [1] Ahmed El-Bialy. (2008). Towards a Complete Computer Dental Treatment System. *Cairo International Biomedical Engineering Conference, CIBEC*. 1-8.
- [2] Biao, Wei, Peng, He, Chuantao, Zhou y Peng, Feng y Deling, Mi. (2010). A computer aided measurement and analysis system for Orthodontics Mould. *3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI)*.
- [3] Chengjun Li1, Guoping Wang1, Tianmin Xu2 y Yan Liu. (2005). Orthodontic Simulation and Diagnosis: *An Enhanced Tool for Dentists. Proceedings of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology. 27th Annual Conference Shanghai, China*.
- [4] González, C. (2003). La Informática Médica y los Sistemas de Información, Medicina de Familiares, Consultado: <http://www.medicinadefamiliares.cl/Trabajos/infosiscgs.pdf>. (02 de mayo, 2011).
- [5] Harrys, A. (2002). Microsoft C# Programming for the Absolute Beginner, *2nd Ed., Premier press, EEUU*, ISBN: 1931841160.
- [6] Higuera, S. y Ramírez, M. (2010). Diseño e implementación de una herramienta para la representación de datos médicos y sus adquisición a través de dispositivos móviles aplicado al área de la ortodoncia. *Trabajo de Grado. Universidad Industrial de Santander*.
- [7] Enciclopedia Libre Universal en Español. (2009). Historia clínica. Consultado: http://enciclopedia.us.es/index.php/Historia_cl%E9nica. (13 de noviembre, 2009).
- [8] Horner, M. (2006). Pro .NET 2.0 Code and Design Standards in C#, *3rd Edition, Torville Pty Ltd*, ISBN: 1-59059-560-2.
- [9] Isaza, C. y Buenhombre, L. (2002). Gestión de historias clínicas electrónicas soportada en tecnologías WEB. *Trabajo de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- [10] Kendall K., Kendall J. (2005). Análisis y diseño de sistemas, *6a Ed., Pearson Educación*, ISBN: 9789702605775.
- [11] Kruchten, P. (2004). The rational unified process an introduction, *Third Edition, Person Education, Boston*.
- [12] Lattanze, A. (2009). Architecting software intensive systems, *Taylor & Francis Group*.
- [13] Masakazu, Yagi, Hiroko, Ohno y Kenji, Takada. (2010). Decision-making system for orthodontic treatment planning based on direct implementation of expertise knowledge. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Annual International Conference of the IEEE*. 2894 – 2897.



- [14] Muñoz, J., Holmerg, F. y Sandoval, P. (2009). Aplicación de Software Multimedia de Instrucción de Higiene Oral en Ortodoncia. En: *Revista Chilena de Ortodoncia*, Vol. 16. 14-18.
- [15] Piattini, M. (2004). Análisis y diseño de Aplicaciones Informáticas de Gestión Una perspectiva de Ingeniería del Software, *Alfa omega - Ra Ma, México D.F.*
- [16] Pressman, R. (2002). Ingeniería del Software, 5 Edición, *Consultor Editorial, México.*
- [17] Sociedad Española de Informática de la Salud. (2011). Sanchez, F. y García, M. El impacto de la historia clínica electrónica en la investigación y la docencia. Consultado: <http://www.seis.es/documentos/informes/secciones/adjunto1/CAPITULO11.pdf>. (2 de mayo, 2011).
- [18] Sinthanayothin, C.; Pichitchaiphan N.; Wongwaen, N.; Nonlapas, y Bholsithi, W. (2010). System for Archiving, Communication and Analyzing of 3D Dental Cast Model. *International Conference On Electronics and Information Engineering (ICEIE)*.
- [19] AVANSYS. (2011). Software Odontology, desarrollado por la empresa Avansys. Consulta: <http://www.avansys.com.co/odontology/> (2 de mayo, 2011).
- [20] DentaGram. (2011). Software para consultorio odontológico. Consultado: <http://dentagrama.com/>. (05/2011).
- [21] Software EdgeDMS. (2011). Software de Historial Clínico Dental desde el iPad. Empresa Edge Health Solutions. Consultado: <http://www.apple.com/itunes/>. (2 de mayo, 2011).
- [22] Software OndontoPalm. (2004). Software de historial clínico dental desde dispositivo móvil Palm. Consultado: <http://www.odontopalm.com.br/tecnologia/>. (2 de mayo, 2011).
- [23] Software EasyDental Mobil. (2011). Software para soporte de historias clínicas Odontológicas sobre dispositivos móviles PDA. Consultado: <http://portal.myeasy.com.br/>. (2 de mayo, 2011).
- [24] Tolosa, D. y Delgado, M. (2001). Aplicación para el almacenamiento y administración de historias clínicas sobre plataformas PC y agendas digitales personales con sistema operativo Windows CE. *Trabajo de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.*
- [25] Microsoft. (2011). Visión general de la arquitectura de Windows Mobile. Consultado: <http://www.microsoft.com/windowsmobile/es-es/business/solutions/enterprise/architectural-overview.msp>. (2 de mayo, 2011).

Saida Rocío Higuera Ramírez

Ingeniera de Sistemas de la Universidad, Industrial de Santander.

Mary Elizabeth Ramírez Sanguino

Ingeniera de Sistemas de la Universidad, Industrial de Santander.

Henry Arguello Fuentes

Nacido en Julio de 1976 en Simacota, Santander Colombia. Graduado como ingeniero electricista en el 2000 en la Universidad Industrial de Santander. Graduado como magíster en potencia eléctrica en el 2003 en la Universidad Industrial de Santander. Actualmente se desempeña como profesor asistente en la escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander y realiza sus estudios de doctorado en la Universidad de Delaware, Estados Unidos. Sus áreas de interés son el procesamiento de señales digitales, la inteligencia artificial y las telecomunicaciones.