

Modelado y desarrollo de sistemas informáticos en salud en el contexto de un proyecto de I+D. Algunos resultados preliminares.

Sonia I. Mariño¹, Maria V. Godoy¹, Pedro Alfonzo¹, Romina Alderete^{1,2},
Ignacio Gimenez¹, Fernando Escobar¹, Lorena Medina¹, Cristina Chamorro¹

¹Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. 9
de Julio 1449. 3400. Corrientes - Argentina

²Facultad de Humanidades. Av. Las Heras 727. 3500. Resistencia - Argentina
Universidad Nacional del Nordeste

simarinio@yahoo.com, mvgodoy@exa.unne.edu.ar, plalfonzo@hotmail.com

Resumen En el trabajo se sintetizan diversas experiencias vinculadas al dominio de la e-salud promovidas desde la Universidad y con miras a su transferencia a la comunidad. Los productos generados han sido abordados desde distintas instancias del proceso de desarrollo de software, es decir, desde las etapas iniciales, en este caso tratada por los procesos previstos en la Ingeniería de Requerimientos y otros casos experimentales incluyendo el ciclo de vida, con las prácticas propuestas por la Ingeniería de Software.

Palabras claves: artefactos de software, desarrollo Web, tecnologías Web, soluciones informáticas para pequeñas organizaciones, experiencias en el medio local.

1 Introducción

Los avances científicos y tecnológicos difundidos por la globalización, impactan directamente en las tendencias educativas y sistemas de enseñanza en las universidades. Efectivamente, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ayudan a mejorar las formas de comunicarse de la sociedad y fomentar el trabajo colaborativo, así como promover alternativas de acceso y uso de la información. Según [20] “representan, sin lugar a dudas,

mecanismos para orientar a los estudiantes y a la comunidad hacia la sociedad del conocimiento global”.

Además se coincide con [9] en que las universidades son las encargadas de producir conocimiento científico como tecnológico, es por eso que deben asumir el compromiso de atender a la demanda contribuyendo al desarrollo económico y social.

Se introduce el concepto de e-Salud como “la aplicación de las TIC a la salud en un sentido amplio”, debido a que constituyen una herramienta fundamental para brindar mejor calidad, mayor eficiencia e información en el sistema de salud pública [16], [18].

Este requiere cada vez más soluciones basadas en acciones de procesamiento de información, con énfasis en la gestión del conocimiento. Debido a esto desde la universidad se promueve el uso de las capacidades de los estudiantes para actuar y resolver problemas relativos a esta área con la información disponible en la región.

Existen algunos trabajos como los citados en ([1], [3], [4], [5], [6] y [8]) que describen sistemas de salud de diversos países. En [15] vinculando las TIC y la salud, se establecen recomendaciones y lineamientos de políticas para el Estado como prospectiva 2020.

Este artículo, sintetiza experiencias en la generación de sistemas de información concretados y generados en el marco de trabajos finales de graduación de alumnos incorporados a un equipo de trabajo y aportan a la categoría identificada como “métodos y aplicaciones prácticas” propuesta por [2].

2 Metodología

La ingeniería de construcción de aplicaciones informáticas ([12], [21] y [24]) y aquellas orientadas a plataformas Web [7] comprenden la toma de decisiones en cuanto a aspectos de diseño, desarrollo e implementación que influyen en el ciclo de vida del proceso de desarrollo del software. El alcance de los sistemas de información, el contexto socio-cultural y el perfil de usuarios a los cuales están dirigidos son consideraciones tan importantes como las tecnologías elegidas para realizar la puesta en funcionamiento. En la generación de los SI descritos en este trabajo, se atendieron aspectos citados en [14] y [21] adecuándolos a las particularidades de cada caso. La metodología adoptada en los desarrollos descritos responden a modelos evolutivos de prototipos adecuados a las prácticas experimentales del equipo de I+D.

Etapas 1. Planificación.

Se consideró el dialogo permanente con las partes interesadas del sistema. Se compuso de las siguientes fases:

- Fase 1. Estudio de factibilidad. Consistió en una estimación de recursos necesarios y escenarios posibles. Permitted establecer claramente los límites del sistema y su integración con otras soluciones informáticas similares a fin de propender a la interoperabilidad. Como paso fundamental y previo a la etapa de selección de las herramientas se observaron las necesidades del sistema y que aplicabilidad tendría para luego acotar el espectro que definirán los posibles lenguajes o herramientas a utilizar. Se detectaron las necesidades requeridas.
- Fase 2. Identificación de los requerimientos. Para brindar una visión más clarificadora de los requerimientos del sistema y componer y organizar su comportamiento se recurrió a técnicas de modelado con Unified Modeling Language o UML [22]. En cada uno de los SI, se utilizaron diagramas de casos de uso, para representar los requerimientos. Este diagrama, modela la funcionalidad del sistema. Se caracteriza por mostrar el conjunto de casos de uso y actores y sus relaciones. Se definieron diagramas de secuencias, conversaciones y contratos, entre otros recursos de explicitación de la información elicitada.
- Fase 3. Definición del modelo de plataforma. Se construyó el modelo físico del SI. Éste refleja las características de la plataforma sobre la que se montará el sistema, como el lenguaje de implementación seleccionado, el software y el hardware empleado, entre otros.
- Fase 4. Definición de los perfiles de usuarios. Teniendo en cuenta el análisis de los destinatarios, concretado en la etapa anterior, se determinaron los perfiles de usuario del SI. Se disponen de una diversidad de opciones con acceso restringido para la ejecución de las operaciones, visualización de información, generación de informes.
- Fase 5. Recolección y digitalización de los datos. En esta fase se solicitaron los datos pertinentes para la realización de pruebas de validación del SI. Además de la digitalización y/o conversión de los mismos, ya que en algunos casos se disponían de datos en papel y en planillas de cálculo.
- Fase 6. Estudio y selección de las herramientas. Consistió en un profundo estudio y análisis de las ventajas, desventajas de las herramientas a utilizar para la construcción del sistema. Tales como editores de texto, servidores de prueba, lenguajes de base de datos,

lenguajes de desarrollo de sitios Web, además de decidir entre herramientas de uso libres o propietario.

Etapa 2. Diseño del sistema de información.

Las fases de esta etapa consistieron en:

- Fase 1. Diseño las interfases. Se contemplaron características como: i) Interactividad, ii) Integración de contenidos en múltiples formatos, iii) Definición del objetivo de implementación. Se consideraron además aspectos de navegabilidad, accesibilidad y comunicación; y su especificación en el diseño y desarrollo del SI.
- Fase 2. Diseño de la base de datos. En cada uno de los sistemas se diseñó una base de datos relacional y se elaboró su correspondiente documentación.
- Fase 3. Diseño del prototipo. Se coincide con [17] en que “para conseguir que la información de interés de los diversos usuarios se adapte a los mismos, es imprescindible usar o definir unos parámetros de desarrollo tanto de espacios reales como virtuales: planos de situación adaptados, localización de espacios relevantes, diagramas de contenidos, iconografía clara, leyendas comprensibles, formas, colores, contraste, etc...”. Ejecutado el plan del prototipo y fijadas las restricciones con el usuario, se realizaron demostraciones de funcionamiento, en algunos casos referentes a funcionalidades restringidas. Se refiere al análisis, detallando cómo se trabajará, los módulos a implementar y las funciones a usar.
- Fase 4. Definición de seguridad en el acceso a la información. Se establecen medidas para prevenir cualquier tipo de problemas tanto externos como internos que puedan influir en el desempeño normal del SI. Se establecen distintos perfiles de usuario a los que se otorgan permisos y accesos a las opciones disponibles. En las soluciones construidas se diferencian subsistemas que integran las funciones asignadas a los perfiles de usuarios.
- El mecanismo de seguridad informática, se fundamenta en el principio de confidencialidad e integridad [25], es decir, la privacidad, validez y consistencia de los elementos de información almacenados, y protegiendo al sistema de posibles ataques por parte de personas ó programas no autorizados, entre otros.

Etapa 3. Desarrollo del sistema de información.

En esta etapa se contemplaron las siguientes fases:

- Fase 1. Desarrollo del prototipo. La elaboración de la solución, se orientó a brindar una idea concreta del funcionamiento del SI, facilitando la evaluación y posteriores reconsideraciones. A partir del diseño de la interfaz y de las funcionalidades, se procedió a la construcción de los diferentes módulos que forman el proyecto con las herramientas correspondientes, realizando luego la integración de los mismos. Se deben contemplar:
 - a. Validaciones del prototipo. Se ejecutan pruebas de eficiencia y robustez del código. Se realizan sesiones con usuarios dedicados a esta tarea.
 - b. Refinamiento iterativo. Se aumenta la funcionalidad del sistema y se retorna a la fase “Especificación de requisitos”, a fin de evaluar si se continua con las siguientes fases o no, en función al logro de objetivos y alcances esperados por los usuarios.
 - c. Desarrollo final. Consiste en ajustar las restricciones o condiciones finales e integrar los últimos módulos.
- Fase 2. Integración de contenidos. Se incorporaron los contenidos y elementos en las interfases desarrolladas. Se coincide con [23] en referencia a que en desarrollos orientados a áreas específicas del conocimiento, éstos deben recopilarse, seleccionarse, transformarse e integrarse. El contenido determinará la potencia del SI.
- Fase 3. Documentación. Se elaboró la documentación de soporte al análisis, al diseño y a la implementación de las soluciones de software propuestas. Los resultados de las revisiones, auditorias, control de cambios, prueba y otras actividades llevadas a cabo por el equipo de desarrollo informático se registran con el propósito de convertirse en parte del archivo histórico del proyecto.

Etapa 4. Pruebas e implementación.

Se contemplaron las siguientes fases:

- Fase 1. Implementación. Como todo proceso de desarrollo de producto informático, se realizó la implementación, previendo su posterior evaluación para generar información de retroalimentación. La presentación de versiones, constituyó un medio de refinar el sistema, de modo que al final del proyecto el resultado cubra los requerimientos. Es

necesario adoptar una metodología para la integración de sistemas, siendo el principal objetivo cumplir con el concepto ciclo de vida, enfatizando el desarrollo de software y estableciendo únicamente necesidades en hardware.

- Fase 2. Actualización y mantenimiento. La actualización y mantenimiento, tiene razón considerando modificaciones: i) en función a nuevos requerimientos o cambios en la administración de la información, ii) debido a fallas detectadas por el uso cotidiano.
- Fase 3. Capacitación en el empleo del sistema. Con el objeto de propiciar el uso de las herramientas de interactividad, se diseñaron instancias de capacitación ad-hoc orientadas a los potenciales usuarios.
- Fase 4. Difusión y transferencia del producto y servicio. El sistema informático desarrollado y validado fue objeto de acciones de transferencia hacia la comunidad.

3 Casos de estudios

Siguiendo la definición expuesta en OCDE [19], el trabajo descrito se encuadra como investigación aplicada y desarrollo tecnológico. Esto se debe a que los diferentes temas y las tecnologías utilizadas dieron lugar a investigaciones con fines vinculados a la solución de problemas fundamentalmente regionales y orientados a promover el espíritu emprendedor de alumnos avanzados integrados a un equipo de I+D.

La Ingeniería del Software (IS) es una disciplina de la Ingeniería que comprende los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema durante todo su ciclo de vida [21].

Por otra parte, la Ingeniería de Requerimientos (IR) es el proceso sistemático de desarrollar requerimientos de modo iterativo y cooperativo para analizar el problema, documentar los resultados en una variedad de formatos y probar la exactitud del conocimiento adquirido [13]. Los procesos de IR se clasifican en: i) elicitación, ii) especificación y iii) validación.

En esta sección se sintetizan, en primera instancia las etapas iniciales de un sistema en desarrollo, en coincidencia con [24], abordando la IR como una etapa particularmente crítica en el proceso del software ya que los errores cometidos o las omisiones, originan inevitablemente problemas posteriores en el diseño, desarrollo e implementación del sistema. Además, se incluyen las funcionalidades de tres artefactos de las TIC desarrollados a fin de satisfacer requerimientos específicos y aportar al desarrollo tecnológico regional desde ámbitos académicos.

En [11] se menciona una taxonomía de herramientas informáticas para gestionar conocimiento que se adopta en este trabajo. El desarrollo conceptual y empírico de los sistemas de información que se sintetizan se encuadran en las categorías denominadas “Sistemas de gestión de flujos y comunicación”, específicamente en “Representación de Requerimientos”, (análisis y diseño) y como “Portales Corporativos”. Las primeras facilitan “la identificación, representación y análisis de las estructuras y flujos de trabajo e información, mediante la automatización de la elaboración y modificación dinámica de los diagramas de flujos de datos”.

3.1 Sistema de gestión de farmacias

En la Ingeniería de Requisitos, se define la especificación de requerimientos del software o SRS, como una descripción para un producto software particular, programa o conjunto de programas, que realizan ciertas funciones en un ambiente específico. Debe expresar las funciones a ser realizadas, en qué situación y para quién, los resultados a obtener, como así también centrarse en los servicios a llevar a cabo [10]. Además, es una etapa particularmente crítica en el proceso del software ya que los errores cometidos, originan inevitablemente problemas posteriores en el diseño e implementación del sistema. Por lo tanto este trabajo considera su importancia y aplica los procesos de Ingeniería de Requerimientos, en la generación de productos en el presente trabajo.

La SRS se elaboró a partir de la elicitación de requerimientos elaborada con potenciales usuarios, definiendo los servicios, restricciones y metas. A modo de ejemplificar, en la Fig. 1 se muestra el caso de uso general y en la Fig. 2 el diagrama de secuencia del caso de uso imprimir ticket destinado a la compra de medicamentos.

3.2 Sistema de gestión de consultorios médicos

Este trabajo se ideó como una herramienta orientada a automatizar el registro de los datos, específicamente gestionar consultorios médicos, como *a priori* para la generación de información para la toma de decisiones en el campo de la medicina, El prototipo incluye funcionalidades genéricas orientadas a:

- Proporcionar a los pacientes una mejor asistencia, en función de los recursos disponibles, teniendo en cuenta los aspectos de cada usuario.
- Dirigir, planificar, organizar, coordinar, evaluar y controlar los Servicios del Consultorio, dentro de la política institucional diseñada.

- Utilizar los servicios de la Web para consultar, solicitar turnos, consultar los profesionales y sus especialidades.

En la Fig. 3, se ilustran algunas de las interfaces disponibles. Además, la adecuación e implementación del sistema informático permitirá mejorar los servicios de gestión de datos brindados por aquellos consultorios que lo adopten.

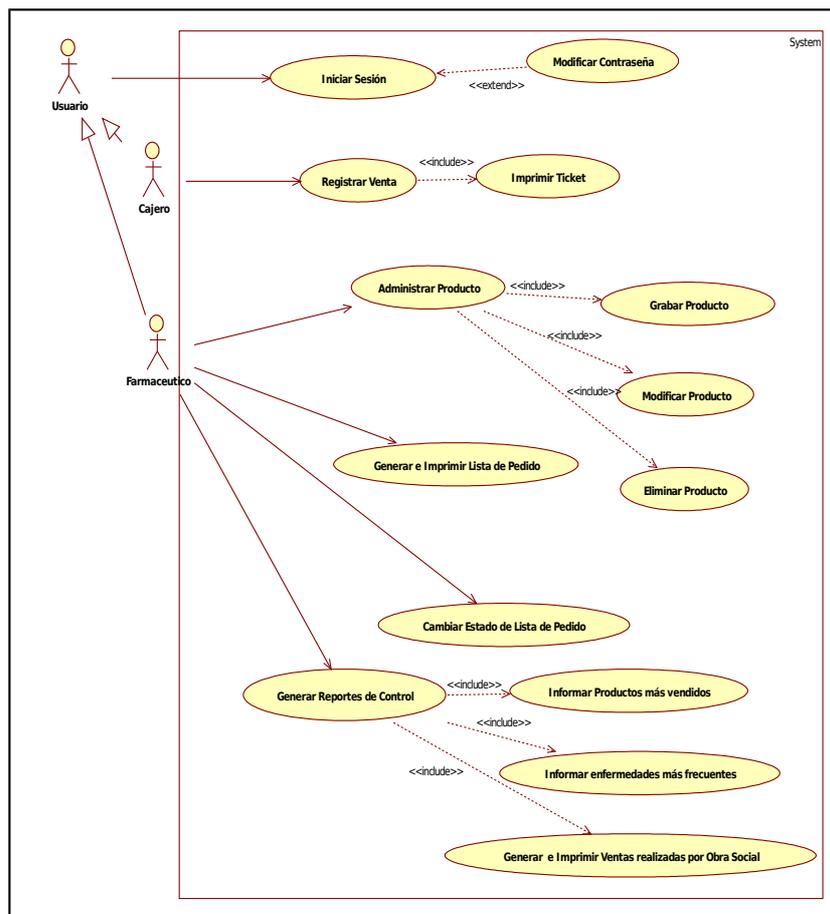


Fig. 1. Caso de uso general para el sistema de gestión de farmacias.

3.3 Sistema de gestión para apoyar la Gestión Odontológica

El trabajo denominado SOFTGO – Sistema Informático para apoyo a la Gestión Odontológica fue creado con el propósito de facilitar el control

administrativo de consultorios odontológicos, permitiendo resguardar la información importante de los pacientes de manera ordenada, como así también su posterior consulta. En la Fig. 4, se ilustran algunas de las interfases disponibles. Las funcionalidades incorporadas se orientan a mejorar la efectividad operativa de aquellos consultorios que lo utilicen. Éstas se agruparon en tres perfiles que se corresponden con los niveles de usuario Administrador, Odontólogo, Asistente.

- **Módulo Administrador:** Posee el máximo privilegio y acceso a funciones de creación, modificación y eliminación de diferentes tipos de usuarios. También permite consultar los usuarios registrados, modificación de clave de acceso, realización de copias de seguridad del sistema, gestiona el módulo de estadísticas con miras a brindar información de retroalimentación y de apoyo a la toma de decisiones.
- **Módulo Odontólogo:** Brinda funciones orientadas a la creación, modificación y eliminación de información de los pacientes. También permite realizar búsquedas sobre los mismos, gestión de historias clínicas, tratamientos y Odontogramas. Además, incluye un módulo de facturación.
- **Módulo Asistente:** Accede a funciones de administración de turnos, obras sociales proveedores e insumos.

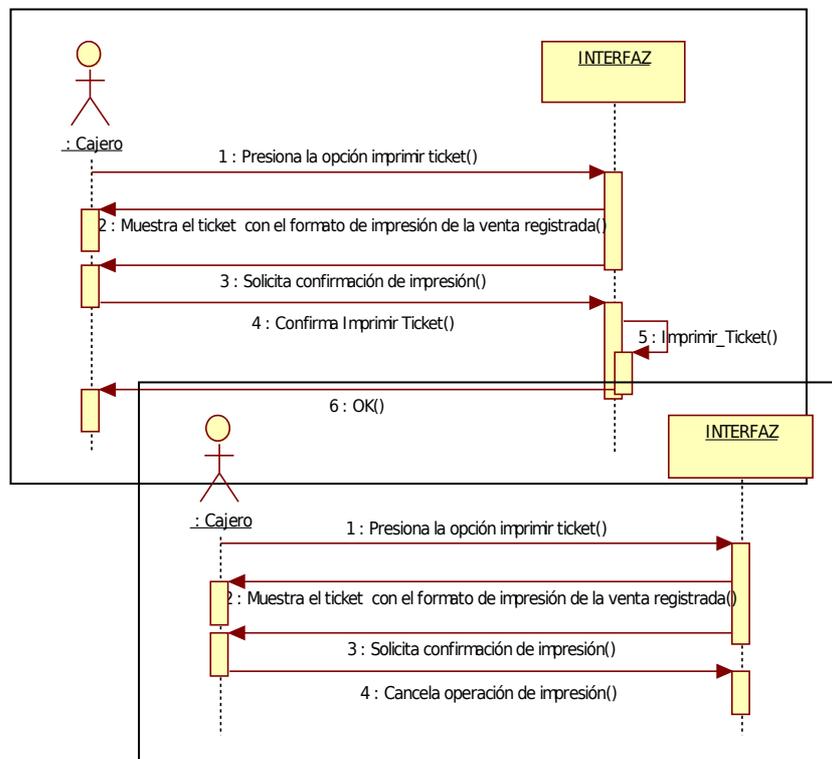
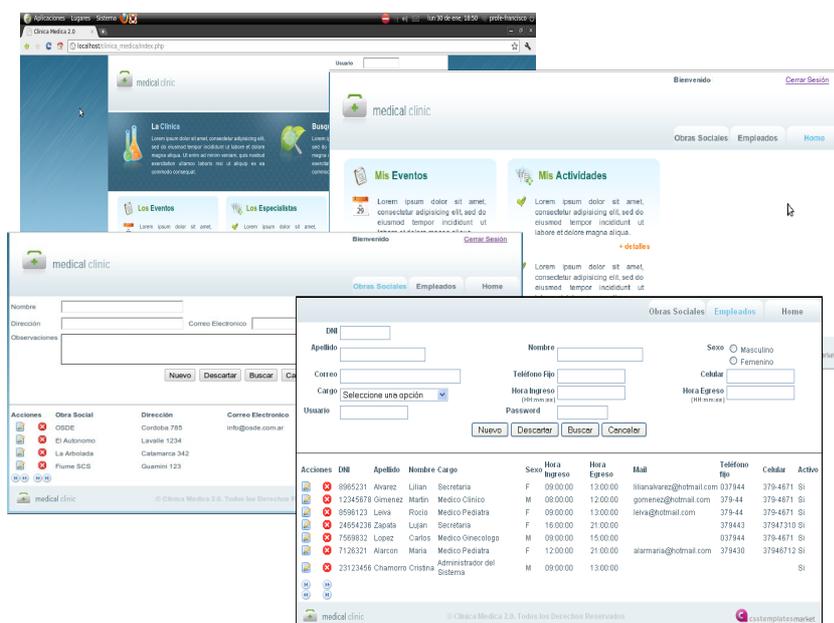


Fig. 2. Diagrama de Secuencia: Imprimir Ticket. Curso Normal y Alternativo.

3.4 Sistema de gestión del Asma

Este sistema, fue realizado para la gestión de un Consultorio Médico orientado a favorecer y difundir el intercambio de información sobre la enfermedad denominada Asma. Se compone de dos módulos orientados a la administración de los datos de los pacientes y la generación de consultas en línea de los mismos. El registro de los datos de los pacientes, especialmente síntomas, medicación suministrada, y evolución del paciente constituyen datos de retroalimentación. Se considera que su implementación y sostenibilidad en el tiempo apoyará a la toma de decisiones en el diagnóstico del Asma y permitirá: i) Facilitar el determinación y registro de síntomas del paciente. ii) Difundir, mediante las TIC y de manera innovadora, la información para el tratamiento de la enfermedad en el paciente. En la Fig. 5, se muestran las pantallas que describen las funcionalidades del panel de gestión para los perfiles de usuario: i) Administrador/Médico: médico, programador o secretaria y ii) Paciente.



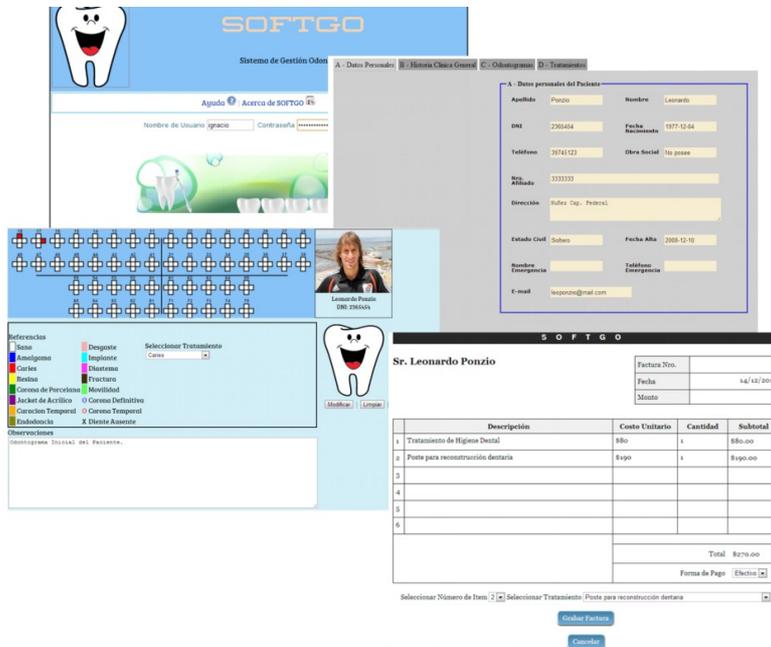


Fig. 3. Algunas Interfaces disponibles en el sistema.

Fig. 4. Algunas interfaces del sistema de gestión odontológica

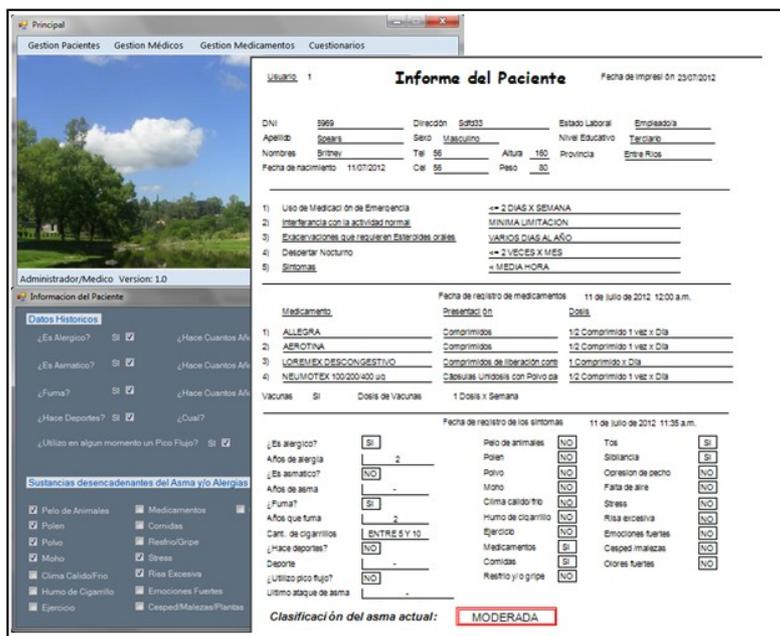


Fig. 5. Despliegue de pantallas del sistema de gestión ASMA

4 Consideraciones finales

Desde los ámbitos de la Educación Superior, se enfatiza la vinculación con los adoptantes de productos de conocimiento y tecnológicos, en este caso en particular sistemas de información. Además, soluciones como las expuestas promueven el espíritu emprendedor y el trabajo en equipo, como por ejemplo las iniciadas por un equipo de I+D universitario.

En este trabajo se expusieron algunas soluciones de las TIC mediatizadas en artefactos de software como abstracciones de sistemas informáticos abordables en el dominio de la e-salud. Las soluciones expuestas incluyen tanto el modelado representado o explicitado en un sistema de gestión de farmacia como en el diseño y desarrollo de sistemas de información tanto para gestionar información clínica y odontológica como para el tratamiento de una enfermedad específica.

Referencias

1. Alfonso, C., Basto, M., Jiménez, N.: Sistema Integrado de Información para Salud del Régimen Subsidiado en Colombia. 38 JAIIO. Simposio Argentino de Informática y Salud, pp. 1--3. (2009).
2. Barchini, G., Sosa, M., Herrera, S.: La informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar. (2004). En <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/010102/A1may2004.pdf> Consulta: 03/04/2013.
3. Chain, M., Arias, S. Arias Figueroa, D. Arias, Silvera, J.: Planificación de Horarios de la Plantilla y Control de Presencias de los Recursos

- Humanos Nuevo Hospital El Milagro – Provincia de Salta. 39 JAIIO - Simposio Argentino de Informática y Salud, pp. 195--199. (2009).
4. Chute, C. G, Kohane, I. S.: Genomic Medicine, Health Information Technology, and Patient Care. American Medical Association. JAMA, vol. 309(14). (2013).
 5. Courtade, V., Herrmann, S.: Análisis de la implementación de un Sistema de Información de Salud en la Obra Social de la Provincia del Chaco. 3º Congreso Argentino de Informática y Salud, CAIS 2012. 41 Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO - CAIS 2012), pp. 32--43, ISSN: 1853-1881. (2012).
 6. Delgado Ramos, A, Cabrera Hernández, M, Zacca Peña, E.: Construcción de un instrumento para evaluar la implantación del sistema informático para la red nacional de bancos de sangre en Cuba, 2013. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, vol. 24(2), ISSN: 2307-2113. (2013). En <http://www.rcics.sld.cu/index.php/acimed/article/view/15>. Consulta: 02/05/2013.
 7. Díaz, M. P., Montero, S., Aedo, I.: Ingeniería de la Web y patrones de diseño. Ed. Pearson. Prentice Hall. (2005).
 8. Fiqueprón, K, Busso, L. Cinquegrani, K., Fernández, A. L., De la Rosa, M., Piccirilli, A.: Sistema de registro Informático en una UCIP. En Tiempo Real y Sin Papeles - Experiencia de los primeros 6 meses. 38º JAIIO - Simposio Argentino de Informática y Salud, pp. 68--71. (2009).
 9. Gutiérrez Huby, A. M., Amador Murguía, E., López Reyes, L. J., Márquez Hernández, M. L., Avelar Dueñas, A. C., Costilla López, D.: Modelo de Incubación para Estudiantes Emprendedores. Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales. (2013). En <http://www.eumed.net/rev/cccs/24/modelo-incubacion-estudiantes-emprendedores.html>. Consulta: 30/04/2013.
 10. IEEE STD-830: Recommended Practice for Software Requirements Specifications. Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society. (1998).
 11. Israel Núñez, P. C., Nuñez Govín, Y.: Propuesta de clasificación de las herramientas - software para la gestión del conocimiento. Acimed 13(2). (2005). En http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_2_05/aci03205.htm. Consulta: 07/09/2012.
 12. Lores, J.: La interacción persona-ordenador. Lerida: Ed. AIPO. Asociación Interacción Persona Ordenador. (2001). En <http://www.aipo.es/libro/libroe.php>. Consulta: 07/09/12.
 13. Loucopoulos, P., Karakostas, V.: System Requirements Engineering. McGraw-Hill. (1995).

14. Mariño, S. I., Godoy, M. V.: Tecnologías de la información y comunicación como herramientas del desarrollo local. Proyecto acreditado por la Secretaria General de Ciencia y Técnica. Universidad Nacional del Nordeste. (2009).
15. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Libro Blanco de la Prospectiva TIC. Proyecto 2020. (2009).
16. Monteagudo Valdivia, P., Zapata, Y., Bermúdez García, A.: Construyendo un Modelo de Intranet Universitaria para el Sistema Nacional de Salud. Congreso Internacional de Informática en Salud. (2013).
17. Navarro, I., Fonseca, D.: Accesibilidad Web en entornos culturales. Anales de la 8º Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática. CISCI. (2009). En <http://www.iiis.org/CDs2009/CD2009CSC/CISCI2009/PapersPdf/C205OK.pdf>. Consulta: 12/01/2012.
18. Newsletter. TIC y salud: promesas y desafíos para la inclusión social. En <http://www.eclac.cl/socinfo/noticias/paginas/3/44733/newsletter12.pdf>
19. OCDE. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos: Manual de Frascatti. (2003). En <http://www.edutecne.utn.edu.ar/ocde/frascatti-05-48-52.pdf>. Consulta: 10/01/2012.
20. Pedraza, N., Farías, G., Lavín, J., Torres, A.: Las competencias docentes en TIC en las áreas de negocios y contaduría. Un estudio exploratorio en la educación superior. Perfiles Educativos, vol. XXXV (139), IISUE-UNAM. (2013).
21. Pressmann, R.: Ingeniería del Software un enfoque práctico. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. (2010).
22. Rumbaugh, J., Booch, G., Jacobson, I.: El Lenguaje Unificado de Modelado, guía. 2da Edición. ISBN e-book 9788483222706. Ed. Prentice Hall. (2011).
23. Sierra, J. L.: Hacia un paradigma documental de desarrollo de aplicaciones. Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid. (2004)
24. Sommerville, I., Sawyer, P.: Requirements Engineering, A good practice guide. Ed. John Wiley. (2005).
25. Stallings, W. Fundamentos de seguridad en redes: aplicaciones y estándares. Pearson Educación. (2003).

Agradecimientos

El trabajo se inserta en el proyecto de investigación “Sistemas de Información y TIC: métodos y herramientas”, acreditado por la Secretaria General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste.