

Software para toma y procesamiento de datos de campo en programas de control de dengue. Aspectos de diseño

Software to take and process field data in dengue's control programs. Design issues

David Baeza

dfbaeza@icesi.edu.co

Andrés Felipe Aguirre

afaguirre@icesi.edu.co

Andrés Navarro Cadavid

anavarro@icesi.edu.co

Grupo izt

Universidad Icesi, Cali - Colombia

Clara Ocampo

claraocampo@cideim.org.co

Centro Internacional de Entrenamiento e

Investigaciones Médicas [CIEIM], Cali - Colombia

.....
Fecha de recepción: Junio 15 de 2012

Fecha de aceptación: Julio 30 de 2012

Palabras clave

Aedes aegypti; dispositivos móviles; sistemas de información web; interfaz de usuario; GUI; ingeniería de usabilidad; metodologías de diseño; diseño conceptual.

Keywords

Aedes aegypti; mobiles; web based information systems; user interface; GUI; usability engineering; design methodologies; conceptual design

Los autores agradecen a Colciencias por la financiación de este proyecto (Convocatoria 521-2010 - Banco de Proyectos de Investigación Científica o Tecnológica).

Resumen

Este artículo describe la aplicación del modelo de Ciclo de Vida de la ingeniería de usabilidad propuesto por Jakob Nielsen y los principios de diseño conceptual de Donald Norman en el desarrollo de un sistema de información web para la vigilancia y toma de decisiones para el control del vector de dengue, *Aedes aegypti*. Se hace especial énfasis en los procesos de diseño de interfaces de usuario (GUI y Web) para cada uno de los componentes del sistema.

Abstract

This paper describes the application of usability engineering's Life's Cycle model, proposed by Jakob Nielsen, and Donald Norman's conceptual design principles, to develop a web information system for monitoring and make decisions, for *Aedes aegypti*'s (dengue's vector) control. The paper remarks the user interface's design process (Graphical User Interface [GUI] and Web) for each one of this system components.

I. Introducción

El mosquito *Aedes aegypti* es el principal responsable de la transmisión del virus dengue, enfermedad endémica en países tropicales y subtropicales, con 2.500 millones de personas en riesgo, un promedio de 100 millones de nuevas infecciones y 20.000 muertes por año (WHO, 2009). Hasta el momento no existen vacunas o tratamientos antivirales y su control se basa, principalmente, en el control de este mosquito, mediante la aplicación de insecticidas, la eliminación de criaderos y la participación comunitaria. Las actividades de control que realizan las secretarías de salud, se determinan teniendo en cuenta los resultados de encuestas entomológicas que se realizan en las viviendas, identificando los criaderos positivos y calculando los índices entomológicos. Nuevos estudios han demostrado que estos índices se deben complementar con información acerca de los tipos de criadero y su productividad (*pupas*). Sin embargo, estos análisis no se realizan porque los datos no son digitalizados (en bases de datos) y, en consecuencia, las secretarías de salud no cuentan con esta información consolidada a tiempo, para poder tomar decisiones.

Poder ingresar esta información a bases de datos georeferenciadas facilitaría su adecuado análisis y permitiría el seguimiento y la toma de decisiones basadas en evidencia, lo que contribuiría a mejorar la labor de control de esta enfermedad, sin que ello implique una mayor carga de trabajo para los funcionarios de las secretarías de salud.

En este proyecto se propone el desarrollo de un sistema que permita recoger la información en campo, almacenarla en una base de datos y procesarla, para presentar informes con los indicadores correspondientes, desplegando los registros de encuestas georeferenciados en el mapa. Todo esto en tiempo real, para que las secretarías de salud tengan la información completa a tiempo y puedan tomar las decisiones correctas y focalizadas, dependiendo de la necesidad de cada localidad, mejorando así el impacto de sus actividades de control y prevención.

II. Antecedentes del proyecto

El uso de dispositivos móviles y Sistemas de Información Geográfica (SIG) es una práctica emergente en los proyectos de investigación científica. Tecnologías como *Google Earth*, *OpenStreet maps*, *Wikimapia* y *Microsoft Virtual Earth*, ofrecen nuevas oportunidades para visualizar datos asociados a lugares y a momentos en el tiempo. Esta información puede ser de gran ayuda para los estudios entomológicos y epidemiológicos, pues permite generar modelos de riesgo y predecir posibles propagaciones de virus.

Dispositivos como teléfonos o sistemas que integran GPS tienen el potencial de optimizar la recolección de los datos en campo, facilitando la labor de los funcionarios.

Pueden permitir además la conformación de bases de datos que posteriormente pueden ser asociadas a la información específica de lugares (e.g., capa vegetal, factores climáticos, variables socioeconómicas), que faciliten la toma de decisiones y el diseño de estrategias que mejoren las prácticas de control de las epidemias (Eisen & Lozano-Fuentes, 2009).

Por otra parte, los dispositivos móviles han tenido un desarrollo importante en los últimos dos o tres años. Hoy es frecuente que cuenten con capacidades de localización e interfaces amigables al usuario –como es el caso de *Iphone*, *Blackberry* y los aparatos con sistema operativo *Android*– a precios significativamente menores que en el pasado reciente, lo que los pone al alcance de un grupo mayor de la población. Paralelamente, el sistema operativo *Android* de Google ha forzado a muchos fabricantes a liberar herramientas de desarrollo y, en algunos casos, sistemas operativos –como es el caso de *Symbian*–, lo que facilita, no solamente el acceso a los dispositivos, sino el desarrollo de aplicaciones complejas sobre ellos.

El uso de herramientas de cartografía abierta (e.g., *GoogleMaps*, *Microsoft Maps*, *WikiMaps* y *OpenStreetMaps*) ha despertado el interés por su utilización para el control y el manejo de la información relacionada con enfermedades como el dengue, la malaria y otras similares (Goodghilds, 2007); puede llegar incluso a utilizar el concepto de ciencia ciudadana, más allá de lo que se conoce en la actualidad.

En resumen, se puede decir que las tecnologías de georeferenciación y cartografía abierta se vienen usando para fines como el de este proyecto y que este tipo de usos tiene un crecimiento importante. Aunque incluso se encuentran usos relacionados con el dengue, no se ha encontrado ninguna aplicación similar, que combine la toma de datos en campo, de una manera simple y georeferenciada, acorde a las limitaciones del sistema de salud colombiano, con un sistema de información geoespacial que apoye la toma de decisiones.

III. Arquitectura e implementación

El insumo principal del sistema es la información, que es la base que soporta y pasa por todos los componentes. El flujo de información empieza con una aplicación móvil que recoge los datos y los envía al servicio web. Luego, este último se encarga de guardarla en una base de datos, donde queda disponible para su consulta y procesamiento. Cuando el usuario desea ver los reportes o desplegar los datos que genera el sistema, la información es traída por los servicios web desde la base de datos y presentada en la interfaz. Toda la información está disponible en tiempo real, lo que permite, a las secretarías, analizarla y tomar medidas a tiempo.

La arquitectura del sistema se compone básicamente de cuatro elementos fundamentales: aplicación móvil, base de datos, servicios e interfaz web.

A) Aplicación Móvil

La aplicación móvil se desarrolló para los sistemas operativos *iOS* y *Android*, teniendo

en cuenta que son los de mayor acogida, para dispositivos móviles, en la actualidad. La función principal de la aplicación móvil es recoger toda la información en campo y enviarla al servicio web para su posterior almacenamiento. La información recolectada por medio de la aplicación se basa en la encuesta entomológica que utiliza el CIDEIM para sus estudios de campo. Sin embargo, se consideró pertinente agregar una serie de variables para complementar la precisión de la información y aprovechar las ventajas de la tecnología (e.g., las coordenadas GPS del lugar de registro). La aplicación permite realizar registros entomológicos tanto en predios como en sumideros. Se considera muy importante esto último puesto que los sumideros pueden llegar ser criaderos potenciales del vector y, por lo tanto, deben ser monitoreados y controlados con precisión.

B) Base de datos

Se implementó en *PostgreSQL* por ser una base de datos *open source* muy avanzada y robusta –lo que facilita el almacenamiento de datos georeferenciados– y ofrecer características que otras no brindan, para el tratamiento de este tipo de datos. En el sistema, la base de datos es la encargada de almacenar de forma ordenada toda la información del proyecto, desde las encuestas entomológicas hasta la información de los funcionarios. Es un componente fundamental porque la información almacenada y ordenada hace posible desplegar los reportes y la información necesaria para la toma de decisiones acertadas.

C) Servicios web

Para el desarrollo en el servidor de la aplicación se optó por la herramienta *Playframework*, por ser ligera y de fácil aprendizaje. Esta herramienta brinda todas las características que se necesitan para el desarrollo de la aplicación web del proyecto. Los servicios web se encargan de conectar la interfaz web y la aplicación móvil con la base de datos. Guardan la información enviada por la aplicación móvil en la base de datos y se encargan de presentar los informes y reportes y de guardar la información de usuarios y encuestas entomológicas en la interfaz web. Fundamentalmente, actúan como un puente que guarda, procesa y presenta la información.

D) Interfaz web

El desarrollo e implementación de la interfaz web se realizó con HTML gracias a su perfecto acople con *Playframework*. Su función principal en el sistema es desplegar la información requerida por el usuario (i.e., reportes, consultas y formularios de las encuestas entomológicas o de administración de usuario), la información del proyecto y todos sus componentes.

IV. Diseño

Como se mencionó, el sistema cuenta con una arquitectura definida que pone en evidencia dos procesos de diseño similares. Ambos procesos hacen referencia al diseño

de interfaces de usuario para los componentes de aplicación móvil e interfaz web.

El diseño de interfaces de usuario es considerado como el proceso más importante en el desarrollo de un sistema computacional; cuenta con un objetivo simple: hacer que el trabajo o la interacción con un computador sea fácil, amigable y productiva (Galitz, 2007). Existen dos tipos de interfaz de usuario dominantes: interfaces gráficas de usuario (GUI) y Web.

Para el desarrollo de las interfaces del sistema, se tuvo en cuenta dos elementos conceptuales que aportan a la consecución de un proceso de diseño exitoso: el modelo de ciclo de vida de la ingeniería de usabilidad propuesto por Jakob Nielsen (1993) y los principios del diseño conceptual elaborados por Donald Norman (1988).

A) Ingeniería de Usabilidad

El modelo de ciclo de vida de la ingeniería de usabilidad propuesto por Nielsen, se convierte en un marco de referencia claro para la ejecución de los procesos de diseño de las interfaces de usuario del sistema. Este modelo busca la integración del diseño centrado en el usuario, en lo que tiene que ver con el desarrollo de software, y sugiere la realización de una serie de actividades específicas. A continuación se listan dichas actividades y su aplicación en el desarrollo del sistema:

a) *Conocimiento del usuario.* El sistema cuenta con tres tipos de usuario, clasificados de acuerdo a su nivel de acceso, ejecución de tareas e interacción. Los usuarios pueden ser técnicos, secretarios municipales o secretarios departamentales. Dicha clasificación se basa también en los niveles jerárquicos que pueden tener los funcionarios pertenecientes a las entidades de salud del país.

b) *Análisis Competitivo.* Existen algunos sistemas similares a este que ofrecen nuevas oportunidades para la visualización de datos asociados a lugares y momentos en el tiempo. Este tipo de sistemas proporciona información que puede ser de gran ayuda para los estudios entomológicos y epidemiológicos de las entidades de salud, puesto que permite generar modelos de riesgo y predecir posibles propagaciones de virus.

En el estado del arte elaborado para la ejecución de este proyecto, incluye dos sistemas que sirven como punto de referencia para el análisis competitivo de este modelo de usabilidad:

- » *Sistema DDSS.* Es una iniciativa del *Innovative Vector Control Consortium (IVCC)* cuyo propósito es crear, optimizar y distribuir un sistema que proporcione información actualizada sobre todos los aspectos que intervienen en el control del vector del dengue, permitiendo que las entidades encargadas de su control puedan aplicar, evaluar y ajustar las medidas de control local para la prevención de enfermedades.
- » *Proyecto Bluefields.* En el año 2009 el *Sistema de Salud de Nicaragua* llevó a cabo la implementación de un sistema de vigilancia y control del dengue en el municipio de Bluefields, en el Caribe nicaragüense. El sistema utilizó *Google Earth*, *ArcGIS* y GPS como instrumentos de gestión.

Es importante resaltar que, a pesar de la existencia de sistemas similares al que se está desarrollando, no se ha encontrado alguno que combine la toma de datos en campo de manera simple y georeferenciada, comportándose como un sistema de información geoespacial que apoye la toma de decisiones de las entidades nacionales de salud.

c) *Definición de los objetivos de usabilidad.* El sistema, a nivel de usabilidad, debe ser: efectivo en la ejecución de las tareas del usuario; útil y eficiente en la captura y envío de la información; seguro en el almacenamiento y administración de la información; amigable y de fácil aprendizaje a nivel de gráfico e interactivo; y fácil de recordar en su modo de uso.

d) *Diseño paralelo.* Para el diseño de las interfaces gráficas de usuario se elaboraron, de manera paralela, diferentes propuestas concebidas a través de procesos de brainstorming en los que participaron todos los integrantes del equipo desarrollador. De igual forma, se ejecutaron sesiones de evaluación con usuarios representativos, en las que se detectaron errores de usabilidad y experiencia de usuario (Figura 1).



Figura 1. Alternativas de diseño para la GUI del componente de aplicación móvil

e) *Diseño participativo.* Se realizaron reuniones con usuarios representativos en las que se discutieron elementos importantes para el desarrollo del prototipo. Durante estas sesiones, se pudo establecer: qué pretendían los usuarios encontrar en el sistema y cuál debería ser el aporte del sistema a la ejecución eficaz de sus tareas.

f) *Diseño coordinado de la interfaz completa.* Se creó una identidad gráfica para todo el sistema con el objetivo de establecer una consistencia entre el componente de aplicación móvil y el de interfaz web (Figura 2).

g) *Aplicación de los principios de diseño.* En el diseño de la GUI del componente móvil, se optó por desarrollar una metáfora gráfica capaz de simular el proceso manual de recolección de información entomológica, utilizado por los funcionarios de las secretarías de salud del país. En términos generales, el diseño recrea gráficamente un

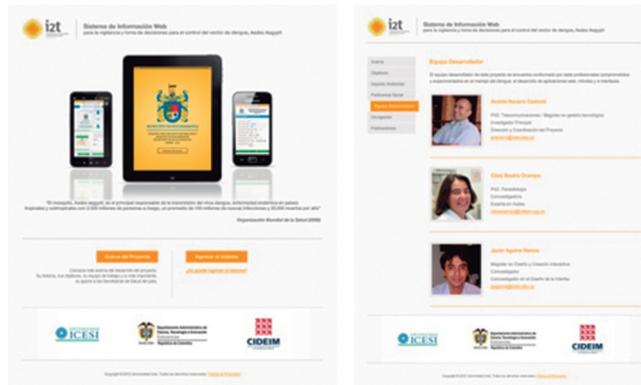


Figura 2. Identidad gráfica del componente de interfaz web



Figura 3. Metáfora gráfica de la GUI

folder o carpeta institucional que contiene las páginas del formulario de registro entomológico utilizadas para este tipo de procesos (Figura 3). Lo que se pretende lograr con este principio de diseño, es facilitar el proceso de adaptación y ejecución de tareas de los usuarios a través del sistema, creando en ellos desde el primer momento de interacción, un modelo conceptual o representación simbólica sobre el funcionamiento del mismo.

El diseño de la interfaz web tuvo en cuenta las teorías y los principios sobre usabilidad web desarrolladas por Nielsen (1993), quien se fundamenta en la economía de la lectura y la organización correcta de la información.

h. Prototipación. Durante el desarrollo del sistema se han elaborado dos prototipos funcionales, los cuales han sido sometidos a pequeñas evaluaciones de usabilidad, con el objetivo de recoger datos que aporten al diseño y la construcción de nuevas versiones. Estos prototipos corresponden a versiones simplificadas de los componentes de la aplicación móvil y la interfaz web.

i) Evaluación de usabilidad. Tras diseñar las interfaces gráficas de usuario, se

realizaron algunas pruebas con los componentes de aplicación móvil e interfaz web. Inicialmente la interfaz de cada componente fue evaluada a través de una inspección heurística, sin tener en cuenta a los usuarios del sistema. Posteriormente, se realizó un trabajo de campo en Bucaramanga (Colombia), donde se llevo a cabo un test de usabilidad con funcionarios de algunas secretarías municipales y departamentales del país. El balance de dicha evaluación fue positivo, puesto que la mayoría de los usuarios lograron entender rápida y fácilmente cómo interactuar y cómo manipular el sistema.

j) *Diseño iterativo*. En la actualidad el sistema se encuentra en su parte final de desarrollo. Por lo tanto –y luego de haber realizado la evaluación de usabilidad mencionada– se pretende clasificar los problemas encontrados y realizar una nueva versión de las interfaces de los componentes. Asimismo, se hace indispensable que, tras la finalización de esta nueva versión, se ejecuten nuevas inspecciones y nuevos test de usabilidad.

k) *Recolección de información del uso del sistema*. Como trabajo a futuro, se debe realizar una recolección del uso del sistema; es necesario recolectar información relacionada con los estudios de campo y mercadeo realizados, así como las apreciaciones y modificaciones sugeridas por los usuarios.

B) Principios del diseño conceptual

El proceso de diseño de una interfaz de usuario involucra fundamentalmente tres modelos: el modelo del diseñador, el modelo del usuario y el modelo que muestra la interfaz (Norman, 1990). Según Norman, las personas al observar interfaces gráficas de usuario crean modelos conceptuales y representaciones simbólicas de los sistemas que las contienen e intentan, casi de manera inmediata, simular mentalmente su funcionamiento. Por lo tanto, es indispensable, en cualquier proceso de desarrollo de software, que el modelo conceptual del sistema sea claro, que los modelos del usuario y el diseñador sean similares y que la comunicación entre ambos se produzca eficazmente por medio de la interfaz.

Norman (1998) plantea seis principios de diseño que contribuyen al mejoramiento del trabajo de un diseñador, que son aplicables en todas las disciplinas. A continuación se describe la aplicación de cada uno de estos principios en el diseño de las interfaces de usuario del sistema.

a) *Visibilidad*. El sistema, tanto en la interfaz de la aplicación móvil como en la interfaz web, cuenta con elementos coloridos y de realce, para la representación de sus funciones, como lo muestra la Figura 4.

b) *Retroalimentación*. El sistema cuenta con un mecanismo de retroalimentación a través de la exhibición de mensajes en pantalla (Figura 5).

c) *Restricción*. Las interfaces de usuario del sistema utilizan restricciones de tipo lógico, que tratan de limitar la interacción del usuario con el sistema en determinados puntos.

d) *Mapeo*. Este principio se aplica fundamentalmente en el diseño de la interfaz gráfica

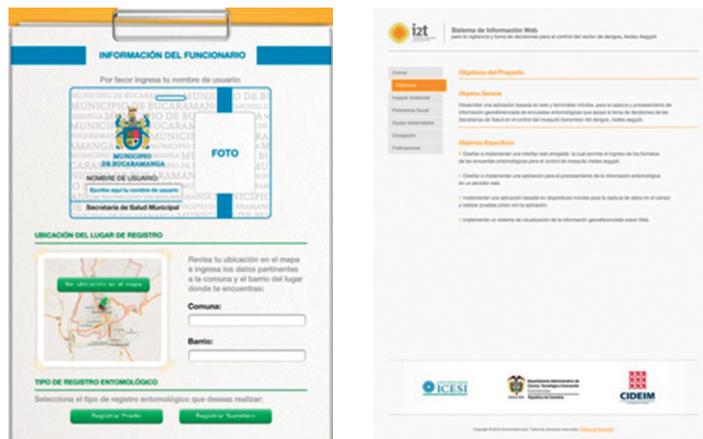


Figura 4. Visibilidad de los botones del sistema en los componentes de aplicación móvil e interfaz web



Figura 5. Retroalimentación en pantalla, a través de popovers y vistas modales en la aplicación móvil

de usuario del componente de aplicación móvil. Los botones, en su mayoría, tratan de representar, por medio de gráficos y textos claros, su utilidad.

e) *Consistencia.* El sistema cuenta con una identidad gráfica en todas sus interfaces de usuario, con el objetivo de establecer consistencia entre los componentes de una y otra.

f) *Claridad.* Las interfaces de usuario del sistema se fundamentan en los paradigmas del diseño de aplicaciones para dispositivos móviles y el diseño web, con el objetivo de proporcionarle al usuario una interacción fácil, amigable, productiva y, sobre todo, de fácil recordación.

Conclusiones

La apropiación y aplicación de la ingeniería de usabilidad y los principios de diseño conceptual en el desarrollo de las interfaces de usuarios de los sistemas de información relacionados con el control de enfermedades como el dengue, la malaria y otras similares, poseen un impacto significativo en la eficacia de los procesos de captura, almacenamiento y procesamiento de datos que apoyen la toma de decisiones de las entidades del sistema nacional de salud.

La integración del diseño centrado en el usuario a los procesos de desarrollo de software, más específicamente, al desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, esboza una nueva perspectiva de interacción, que establece la usabilidad como un mecanismo para la comunicación útil, eficiente y amigable de la información. 

Referencias bibliográficas

- Eisen L., & Lozano-Fuentes, S. (2009). Use of mapping and spatial and space-time modeling approaches in operational control of *Aedes Aegypti* and dengue. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 3(4), e411. Recuperado de <http://www.plosntds.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pntd.0000411>
- Goodchild, M. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211-221
- Galitz, W. (2002). The essential guide to user interface design: An introduction to GUI design principles and techniques. Indianapolis, IN: Wiley
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann
- Norman, D.A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York, NY: Basic Books
- Sayago S., Navarret, T. & Blat, J. (2003). *Técnicas de Ingeniería de Usabilidad y metodología de diseño conceptual en algunas aplicaciones informáticas*. Recuperado de <http://www.dtic.upf.edu/~tnavarrete/publications/ipo2003.pdf>
- Borchers J. (2001). *A pattern approach to interaction design*. Chichester. UK: Wiley

Currículum vitae

David Felipe Baeza

Diseñador de Medios Interactivos de la Universidad ICESI (Cali, Colombia). Actualmente es Desarrollador de Interactividad en el Grupo de Investigación en Informática y Telecomunicaciones, i2T de la misma universidad. Presenta interés en las áreas de: modelado y animación 3D, desarrollo de videojuegos y diseño de aplicaciones para dispositivos móviles.

Andres Felipe Aguirre

Ingeniero de Sistemas de la Universidad ICESI (Cali, Colombia). Actualmente es Asistente de Investigación en el Grupo de Investigación en Informática y Telecomunicaciones, i2T de la misma universidad. Presenta interés en las áreas de: Diseño de Software, Desarrollo de Aplicaciones Web, Análisis de Sistemas y Desarrollo de Aplicaciones Móviles

Andrés Navarro Cadavid

Ph.D, IEEE Senior Member. Ingeniero Electrónico (1993) y Magister en Gestión de la Tecnología (1999) de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (Colombia). Doctor Ingeniero en Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Valencia (España, 2003). Actualmente es profesor titular y líder del Grupo de Investigación en Informática y Telecomunicaciones, i2T, de la Universidad Icesi de Cali (Colombia), y Consejero del Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática [ETI]. Sus áreas de interés incluyen los sistemas inalámbricos, su planificación y optimización, y los modelos de propagación de ondas de radio aplicables a la región Andina

Clara B. Ocampo

PhD en Parasitología de la Universidad de Tulane-USA (2002) y Magister en Biología de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá-Colombia (1994). Investigador y coordinador del grupo de Biología y Control de Vectores del Centro Internacional de Entrenamiento e Investigaciones Médicas-CIDEIM en Cali. Dentro de sus áreas de interés esta la ecología y el control de las enfermedades transmitidas por vectores como el dengue y la leishmaniasis.