

## PROGRAMA INFORMÁTICO

### **Sistema informático para el procesamiento transaccional y analítico de la información relacionada con la vigilancia epidemiológica del dengue**

**Computer system for the transactional and analytic processing of the information related to epidemiological surveillance of dengue**

**Ing. Eduardo López Hung,<sup>I</sup> Dr. C. Luis Cuevas Rodríguez<sup>II</sup> y Dr. C. Mauro Misael García Pupo<sup>II</sup>**

<sup>I</sup> Facultad de Tecnología de la Salud, Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>II</sup> Universidad de Holguín, Cuba.

#### **RESUMEN**

En una era de amenazas por enfermedades emergentes y reemergentes, que constituyen un riesgo potencial para la aparición de epidemias y pandemias, la administración en salud pública presta especial atención a la situación epidemiológica. En Santiago de Cuba, la Dirección Provincial de Higiene y Epidemiología es la encargada de controlar esta situación, donde la gestión de la información subyacente en el gran volumen de datos generado presenta deficiencias en detrimento de las decisiones administrativas que pudieran ser tomadas. Por ello se elaboró un sistema informático de apoyo a la toma de decisiones en la mencionada institución, donde se utilizaron técnicas de almacenes de datos y procesamiento analítico en línea para la gestión de la información epidemiológica generada, con el conveniente desarrollo de este, para lo cual se propuso el Pentaho Business como plataforma de desarrollo y el MySQL como sistema gestor de bases de datos. Entre las principales características de este producto informático figuran: flexibilidad, capacidad de análisis, compatibilidad, gratuidad y robustez; también soporta la instrumentación de técnicas de procesamiento transaccional y analítico en línea, enfocado en la explotación de grandes volúmenes de datos del sistema de vigilancia epidemiológica del dengue.

**Palabras clave:** dengue, sistema de vigilancia epidemiológica del dengue, sistema de información, automatización, producto informático.

#### **ABSTRACT**

In an era of threats from emerging and re-emerging diseases that constitute a potential risk for the occurrence of epidemics and pandemics, public health administration pays special attention to the epidemiological situation. The Provincial Direction of Hygiene and Epidemiology in Santiago de Cuba is responsible for controlling this situation, where the underlying information management in the large volume of data generated is deficient to the detriment of the administrative decisions that could be made. Therefore, a computer system to support decision-making in that institution was developed, where techniques of data storage and on-line analytical processing to manage epidemiological information generated were used, with the

relevant development of this, for which the Pentaho Business as development platform and the MySQL as management system of databases were proposed. Among the main characteristics of this computer product are flexibility, analytical capacity, compatibility, free of payment and strength. It also supports the implementation of online transactional and analytical processing techniques, focused on exploitation of large volumes of data in the epidemiological surveillance system for dengue.

**Key words:** dengue, epidemiological surveillance system of dengue, information system, automation, computer product.

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha tenido lugar en el mundo la emergencia o reemergencia de numerosos eventos epidemiológicos, entre los cuales se encuentra el descubrimiento de nuevas enfermedades infecciosas, sus agentes causales y su fisiopatología, así como de otras afecciones que tuvieron determinados niveles de control y ahora se muestran con incidencias cada vez más altas, de manera que se han convertido en problemas sanitarios de primera magnitud, tanto en los países en vías de desarrollo como en los desarrollados.<sup>1</sup> En este grupo se destaca, por su incidencia y actualidad, la enfermedad del dengue.

El debilitamiento de los sistemas de salud pública a escala mundial, debido a la privatización desmedida y a la falta de programas sostenibles para el control del vector que lo ocasiona, ha contribuido a que el dengue se convierta en una enfermedad endémica al sur del río Bravo, a tal punto que hoy día los únicos países latinoamericanos donde no es endémico son Chile, Cuba y Uruguay.<sup>2</sup>

En Cuba, aún cuando esta enfermedad (entre muchas otras que son trasmisibles) no es endémica,<sup>1</sup> esta se analiza justamente desde una perspectiva más amplia, donde la responsabilidad de los profesionales de la salud, no se circumscribe a mantener o devolver la salud de los pacientes o a prevenir su alteración, sino que llega hasta el más vasto terreno de la salud de la población, que es sin duda uno de los bienes nacionales más importantes.

La administración en salud pública presta especial atención a esta situación epidemiológica, principalmente con el establecimiento de un fuerte y sólido sistema de vigilancia epidemiológica que se apoya, para su funcionamiento, en la estructura del Sistema Nacional de Salud, y que desde 1986 ha ido perfeccionándose a través del desarrollo del sistema de información para la vigilancia epidemiológica,<sup>3</sup> así como también con el fortalecimiento de las técnicas y herramientas de diagnóstico de la enfermedad como soporte fundamental de este.

En Santiago de Cuba, el Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología (CPHEM) es la institución encargada de llevar a cabo los procederes necesarios para su diagnóstico, además del registro y control de los casos notificados por el sistema de vigilancia epidemiológica del dengue.

Aún cuando se cuenta con una base biotecnológica sólida e irrefutable para el diagnóstico de dicha enfermedad, el acierto en las conclusiones y el éxito de las medidas que se deriven de este sistema depende en gran medida, tanto de la calidad de la información que llega al Centro y de las fuentes de información (en este caso de

los departamentos de este), como de las técnicas y procedimientos que se utilicen para su análisis e interpretación, teniendo en cuenta: la cantidad de datos procesados y de la información generada, la periodicidad y perspectivas de análisis, la confidencialidad y la disponibilidad de la información.

Precisamente, con el sostenimiento de estas premisas, que dentro del funcionamiento de este sistema en el territorio santiaguero, en detrimento con las decisiones administrativas, pudieran ser tomadas en el orden epidemiológico, se pudo identificar como deficiencias el hecho de que la actividad de registro y control de la información se realizan de forma semiautomatizada, mediante un fichero en Microsoft Excel, y luego replicado en los departamentos de dicho Centro, lo que trae como consecuencia descentralización, inconsistencia, desactualización constante y la no integridad de la información. Por otra parte, se genera un gran volumen de datos, al que no se le da el adecuado tratamiento para su correcto almacenamiento y recuperación.

Estas deficiencias corroboraron la no existencia de una vía que garantizara de forma dinámica y eficiente el procesamiento, evaluación e interpretación de la información relacionada con este sistema, por lo cual se hizo necesario elaborar un producto informático que permitiera el procesamiento transaccional y analítico en línea con esta finalidad.

## **GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

Se realizó una investigación– desarrollo, de innovación tecnológica en el Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Santiago de Cuba.

- **Métodos teóricos empleados**

*Análisis y síntesis:* Se utilizó para procesar la información teórica y empírica sobre la gestión de la información relacionada con el sistema de vigilancia epidemiológica del dengue en Santiago de Cuba, así como la elaboración de los fundamentos teóricos y las conclusiones de la investigación.

*Histórico – lógico:* Para hacer un estudio del proceso de gestión de la información relacionada con el sistema de vigilancia epidemiológica del dengue en Santiago de Cuba, el surgimiento y evolución de las herramientas utilizadas, así como para apoyar dichos procesos.

*Modelación:* Se empleó durante casi toda la etapa de elaboración del sistema, desde su análisis, hasta su implantación y validación, de manera que el conjunto de modelos de la metodología adoptada (en este caso Rational Unified Process) describe desde todas las perspectivas posibles el proceso de elaboración de dicho sistema.

*Sistémico – estructural:* Se utilizó para la descomposición del sistema en los diferentes módulos que los componen, en la determinación de sus nexos, así como para la concepción y ensamblaje de los 2 componentes principales del sistema: el transaccional y el analítico.

- **Métodos empíricos utilizados**

*Método de la observación científica:* Para la corroboración empírica de las deficiencias detectadas en cuanto a la gestión de la información, relacionada con el sistema de

vigilancia epidemiológica del dengue en Santiago de Cuba, y para la implementación y validación empírica del sistema elaborado.

*Método de la entrevista* (no estructurada): Se empleó para adquirir información, en la búsqueda de opiniones y para obtener elementos de análisis del sistema, fundamentalmente por parte de los expertos en el dominio de aplicación.

*Revisión de documentos*: Para estudiar soluciones antes propuestas y las vías por la que se puede favorecer la gestión de la información relacionada con el sistema de vigilancia epidemiológica del dengue en Santiago de Cuba. Se utilizó la revisión de artículos y textos especializados.

Durante la investigación presentada, se analizó la posibilidad de adoptar la alternativa de implementar una aplicación estándar como posible solución a la problemática del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Santiago de Cuba, con vistas a realizar el procesamiento transaccional y analítico en línea de la información, relacionada con el sistema de vigilancia epidemiológica en el territorio, pues no es posible compartir los datos almacenados, ni los resultados de cada análisis o procesamiento que se haga con ellos.

Con referencia a lo anterior, se tuvo en cuenta el modelo cliente – servidor, el cual tiene como alternativa de solución de la instrumentación una aplicación cliente – servidor tradicional o cliente – servidor con navegador.

Este modelo, en el cual el procesamiento es compartido entre computadoras que funcionan como clientes y otras que funcionan como servidores, se logra concentrar la información con consistencia e integridad.<sup>4</sup>

Para utilizar una aplicación cliente – servidor tradicional se necesita desarrollar una aplicación cliente para visualizar la información. Todas las computadoras en las que los usuarios necesiten el sistema, deberán tenerla instalada. Asimismo, para desarrollar el mantenimiento a la aplicación cliente se requiere actualizar también en todas las computadoras en que esté instalada. Esto puede requerir mucho tiempo de desarrollo y para la actualización.

Por otra parte, una aplicación cliente – servidor no tradicional utiliza un navegador para visualizar la información. Esto posibilita una reducción del tiempo de desarrollo, pues solo es necesario hacer la aplicación que se instalará en el servidor. También desaparece el tiempo para la instalación del sistema en las computadoras clientes. La mayoría de los sistemas operativos tienen incluido un navegador que se puede utilizar para visualizar la información. El mantenimiento a una aplicación de este tipo solo se realiza en el servidor, donde se encuentra toda la información, por lo que no es necesario modificar la aplicación cliente ni realizar instalaciones adicionales.<sup>5</sup>

Dadas las características de los modelos de aplicaciones analizados y del proceso de registro, control, análisis, interpretación y presentación de la información relacionada con el sistema de vigilancia epidemiológica del dengue en el Santiago de Cuba, desarrollado en la mencionada institución, se decidió la instrumentación de una aplicación cliente-servidor con navegador para desarrollar el sistema.

Por otra parte, se valoró la utilización de sistemas externos para la integración de los datos, desde la base de datos operacional del módulo de procesamiento transaccional en línea a la base de datos multidimensional del módulo de procesamiento analítico en

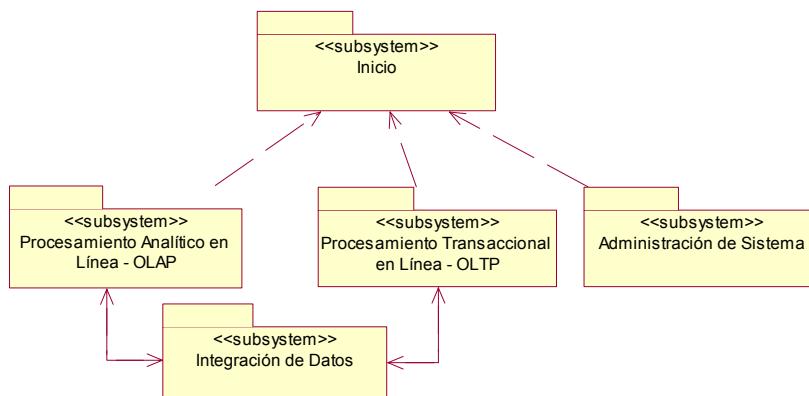
línea. Para ello se analizaron diversas variantes, pero finalmente se utilizó el Pentaho Open Source Data Integration, el que cuenta con todas las libertades del software libre, integrado a la plataforma de desarrollo del módulo de procesamiento analítico y que llevará a cabo el proceso de extracción, transformación y carga.<sup>6</sup>

## TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

Para el desarrollo del sistema se utilizaron técnicas de almacenes de datos y procesamiento analítico en línea (OLAP, por sus siglas en inglés) para la gestión de la información epidemiológica generada. Se comprobó la conveniencia de desarrollar el sistema sobre la plataforma de desarrollo Pentaho Open Source Business Intelligence, y MySQL como sistema gestor de bases de datos. Para el desarrollo de los módulos de procesamiento transaccional en línea y el de administración y seguridad se utilizaron, además, el MySQL PHP Generator y el Macromedia Dreamweaver para la programación y el ensamblaje de estos.

## ESTRUCTURA DEL SISTEMA

El sistema elaborado lleva por nombre: EPIDEN (sistema de procesamiento transaccional y analítico para la vigilancia epidemiológica del dengue), y cuenta con 4 módulos fundamentales: de inicio, de procesamiento transaccional en línea (desde el que se introducen datos operacionales), de procesamiento analítico en línea (desde el que se proyectan cubos multidimensionales para el análisis y recuperación de la información) y el de administración y seguridad del sistema (figura 1), este último para la administración, configuración y escalabilidad. Existe un quinto módulo que es el encargado de la integración de los datos, tarea que será llevada a cabo por un actor externo del sistema, el Pentaho Open Source Data Integration.



**Fig 1.** Diagrama de módulos del sistema elaborado

El módulo de inicio es básicamente un área para la autenticación, desde la cual será redireccionado el usuario para el módulo que le corresponda en dependencia del rol que desempeñe en el sistema (figura 2).



**Fig 2.** Módulo de inicio

El módulo de procesamiento transaccional en línea es un área para el registro y control de los pacientes, de las muestras que se le tomen y de las determinaciones que se les realicen. Este permite la inserción, edición y eliminación de cualquiera de las categorías antes señaladas. Por otra parte, tiene implementado funcionalidades avanzadas de búsqueda y recuperación de la información (figura 3).

A screenshot of the EPIDEN transactional processing module. The header includes the logo and the text 'Sistema de Procesamiento Transaccional y Analítico para la Vigilancia Epidemiológica del Dengue'. It shows a message 'Usted ha sido autenticado en el Módulo de Procesamiento Transaccional en Línea' and a '[ Salir ]' link. The main area is titled 'Módulo Transaccional en Línea' and 'Gestionando Determinaciones: 1 - 7 de 8'. It features a search bar with 'Filtro personalizado' and dropdown options 'Todos los campos' and 'Sólo palabras completas'. Below is a table with columns: Fecha Realización, Resultado, Tipo de Determinación, and Muestra. The table contains eight rows of data, each with a small icon and a timestamp. At the bottom are navigation links '1 2' and a green 'Aplicar filtro' button.

**Fig 3.** EPIDEN. Módulo de procesamiento transaccional en línea

El módulo de administración y seguridad es un área para la administración de recursos, la configuración del sistema, así como los elementos que permiten la

escalabilidad del sistema, para ser utilizado en otros módulos. Desde aquí se puede administrar los accesos, los roles permitidos, los accesos otorgados a cada rol, los usuarios que pueden acceder al sistema, las provincias, los municipios de cada provincia, los niveles de atención del Sistema Nacional de Salud, las unidades de atención por cada municipio, los tipos de determinaciones, entre otros. Igualmente, este módulo permite la inserción, edición y eliminación de cualquiera de las categorías antes señaladas; también implementa algunas funcionalidades avanzadas de búsqueda y recuperación de la información (figura 4).

The screenshot shows the epiDEN administrative module interface. At the top, there is a logo and the text "Sistema de Procesamiento Transaccional y Analítico para la Vigilancia Epidemiológica del Dengue". A message indicates "Usted ha sido autenticado en el Módulo de Administración y Seguridad". On the right, there is a "[Salir]" button. The main area has a yellow header bar with "Seguridad" and "Módulo Transaccional en Línea". Below this, there are several dropdown menus: "Accesos", "Roles", "Accesos por Rol", and "Usuarios". To the right of these are search fields for "Filtro personalizado" and checkboxes for "Todos los campos" and "Sólo palabras completas", with "Aplicar filtro" and "Limpiar filtro" buttons. The "Módulo Transaccional en Línea" section contains links for "Unidades Asistenciales", "Niveles de Pirámide", "Municipios", "Provincias", and "Tipos de Determinación". The "Módulo Analítico en Línea" section lists various dimensions: "Dim. Serotipos > Serotipos", "Dim. Localización > Localización", "Dim. Localización > Áreas de Salud", "Dim. Localización > Municipios", "Dim. Localización > Provincias", "Dim. Tiempo > Tiempo", "Dim. Tiempo > Meses", and "Dim. Tiempo > Trimestres". The main content area displays a table with columns: Unidad, Dirección, Nivel de Pirámide, and Municipio. The table lists eight entries, with the last one, "Policlínico Municipal", highlighted in yellow. At the bottom of the table are navigation buttons: 1, 2, and a green icon.

**Fig 4.** EPIDEN. Módulo de administración y seguridad

El módulo de procesamiento analítico en línea es un área para la visualización de los datos, que normalmente se han estado observando de forma dimensional, en este caso en el módulo de procesamiento transaccional en línea (figura 5).

The screenshot shows the epiDEN analytical processing module interface. At the top, there is a logo and the text "Sistema de Procesamiento Transaccional y Analítico para la Vigilancia Epidemiológica del Dengue". A message indicates "Usted ha sido autenticado en el Módulo de Procesamiento Analítico en Línea". On the right, there is a "[Salir]" button. The main area has a yellow header bar with "Módulo Analítico en Línea" and "Cubo Multidimensional". Below this, there is a large graphic of a 3D cube icon. To the right of the icon, the text "PROCESAMIENTO ANALÍTICO EN LÍNEA" is displayed in bold green capital letters.

**Fig 5.** EPIDEN. Módulo de procesamiento analítico en línea

## **UTILIZACIÓN DEL SISTEMA**

El diseño visual de EPIDEN se ha elaborado de tal forma que garantice una correcta interacción con los usuarios, los que deben extraer la mayor cantidad de información en un período breve. Los colores predominantes son claros, para evitar el cansancio de los usuarios finales durante su utilización. De la misma manera se utilizaron textos en color negro para resaltar la información.

La interacción usuario – sistema se realiza cuando el técnico de laboratorio SUMA (sistema ultramicroanalítico) inserta o actualiza los datos relacionados con los pacientes, las muestras y las determinaciones; cuando el administrador gestiona cada uno de los módulos del sistema y los usuarios de este o cuando los directivos del CPHEM de este territorio analizan el volumen de información generado por el procesamiento transaccional en línea (OLTP, por sus siglas en inglés), para la toma de decisiones desde el orden epidemiológico de esta enfermedad.

Por otra parte se disminuye la cantidad de información que el usuario debe introducir por medio del teclado, ya que gran parte de esta es administrada desde el mismo sistema, lo que disminuye considerablemente la cantidad de errores que puedan ser introducidos por esta vía. Los datos que se almacenan son validados constantemente y el usuario es retroalimentado en caso de que se detecte algún error.

En cuanto a la seguridad, se debe señalar que todos los módulos son de carácter restringido, es decir, no tienen accesos públicos, para ello se necesita poseer un usuario y una contraseña válidos.

Con este producto, más que automatizar simplemente un grupo de operaciones manuales, se logró cambios en los métodos de análisis por los profesionales de la epidemiología en general, pues proporcionó una respuesta a las necesidades propias que el sistema de salud reclama a cada nivel, lo cual ha constituido una incuestionable ventaja.

EPIDEN ha sido contextualizado a la vigilancia epidemiológica del dengue, al ser este uno de los principales problemas de salud en el territorio. Su escalabilidad, robustez y flexibilidad son características que hacen que goce de ventajas frente a otras soluciones ya implementadas, pero muy generales o con salidas preestablecidas a través de consultas tradicionales.

## **UNA VALORACIÓN NECESARIA**

Se obtuvo un software que soporta la aplicación de técnicas de procesamiento transaccional y analítico en línea, enfocado a la explotación de grandes volúmenes de datos del sistema de vigilancia epidemiológica del dengue en Santiago de Cuba, para el análisis, interpretación y presentación de la información para la toma de decisiones en los distintos niveles del sector sanitario, en el orden epidemiológico. El producto informático obtenido proporciona un conjunto de herramientas que permiten la evaluación, análisis, interpretación y comparación de tendencias desde diferentes perspectivas de análisis de esta enfermedad y su trasfondo epidemiológico en el territorio, con el uso de herramientas matemático – computacionales, lo que hace de este un proceso de toma de decisiones respecto al dominio de aplicación mucho más dinámico y eficiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Suárez L. Enfermedades emergentes y reemergentes: factores causales y vigilancia. Rev Cubana Med Gen Integr. 2000 [citado 5 Feb 2012]; 16(6):593-6. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol16\\_6\\_00/mgi11600.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol16_6_00/mgi11600.htm)
2. Kourí G. El dengue, un problema creciente de salud en las Américas. Rev Cubana Salud Pública. 2011 [citado 5 Feb 2012]; 37(supl.5):616. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/spu/vol37\\_05\\_11/spu10511.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/spu/vol37_05_11/spu10511.htm)
3. Andrés A. Vigila: un instrumento para la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles. Rev Cubana Med Trop. 1999 [citado 5 Feb 2012]; 51(1):38-45. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/mtr/vol51\\_1\\_99/mtr06199.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/mtr/vol51_1_99/mtr06199.htm)
4. Orfali R, Harkey D, Edwards J. The essential client/server survival guide New York: John Wiley & Sons; 1996. p. 21.
5. Wikipedia. Navegador [citado 5 Feb 2009]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Navegador>
6. Vega L. La inteligencia de negocio. Su implementación mediante la Plataforma Pentaho. Memorias I Taller de Proyección y Prospección en Tecnologías de Información y Comunicación Cuba – Venezuela. La Habana: CITMATEL; 2008. p. 2.

Recibido: 30 de marzo de 2012

Aprobado: 15 de abril de 2012.

Eduardo López Hung. Facultad de Tecnología de la Salud "Dr. Juan Manuel Páez Inchausti", km 2 ½ y Autopista, Carretera de El Caney, Santiago de Cuba, Cuba.  
Correo electrónico: [elopezh@fts.scu.sld.cu](mailto:elopezh@fts.scu.sld.cu)