

## **Contribuyendo a la Salud Pública: diseño de un asistente informático para el reporte, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades causadas por arbovirus**

Daus, Mariana  
Frid, Santiago  
Rubin, Luciana  
Otero, Carlos  
Luna, Daniel

Hospital Italiano de Buenos Aires/Departamento de Informática en Salud, Bs As, Argentina, mariana.daus@hospitalitaliano.org.ar

**Resumen:** El Dengue, Zika y Chikungunya son patologías virales de actual riesgo para la Salud pública tanto en Argentina como a nivel mundial. Teniendo en cuenta la relevancia de estas enfermedades emergentes y la necesidad de una detección temprana de las mismas, hemos diseñado un sistema de soporte a la toma de decisiones para el registro y manejo oportuno de enfermedades transmisibles por mosquitos. Este asistente informático le permitirá al usuario médico registrar los casos para la vigilancia epidemiológica, determinar los criterios para el diagnóstico presuntivo, sugerir tratamiento, control y seguimiento para el correcto manejo del paciente.

**Palabras clave:** salud pública, sistema de soporte para la toma de decisiones, infecciones por arbovirus.

### **I. INTRODUCCIÓN**

Las enfermedades causadas por arbovirus (*ARthropod-BORne virus*), transmitidas por artrópodos (de ahora en más, se hará referencia a las mismas como “enfermedades transmitidas por mosquitos”, con sus siglas ETM), son patologías emergentes que han tomado mayor relevancia en los últimos años, generando alerta de emergencia pública a nivel internacional. En mayo del 2015 la Organización Panamericana de la Salud emitió una alerta de propagación del Zika a nivel global, con similar epidemiología y ciclo de propagación que los virus del Dengue y Chikungunya (CHIKV). En América ya se han confirmado casos en Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay y Argentina. El Ministerio de Salud de la República Argentina ha implementado un algoritmo recomendado para el diagnóstico diferencial de Dengue, CHIKV, Zika y otros arbovirus en el país, publicando también la situación epidemiológica actualizada semanalmente en Boletines Integrados de Vigilancia del Ministerio de Salud y guías para los equipos de salud (1–3).

En Argentina, las enfermedades por arbovirus representan un desafío importante para la salud pública. Desde la reemergencia del dengue en 1998, se ha registrado un gran aumento en la incidencia de esta patología, destacándose las epidemias de 2009 y 2016, con 26.923 y 41,207 casos confirmados respectivamente. Esto toma una magnitud mayor aún si se tiene en cuenta que, según la OMS, en las epidemias por cada caso confirmado hay al menos cuatro casos no conocidos por los servicios de salud. Los pacientes que desarrollan las formas de dengue grave y/o con signos de alarma, sin un diagnóstico y tratamiento adecuados, pueden tener una mortalidad de hasta un 30-50%, la cual se reduce a menos de un 1% cuando sí hay detección oportuna y acceso a asistencia médica adecuada.

En cuanto a Chikungunya, de 21 casos confirmados en 2015 la cifra ascendió a 404 en las primeras 35 semanas del año 2016, mientras que la cantidad de casos de Zika treparon a 46 en las primeras 26 semanas de 2016. En estos casos, si bien la mortalidad no suele ser elevada, la posibilidad de transmisión vertical representa el principal peligro, dado que el feto corre riesgo de muerte y malformaciones severas como microcefalia (4).

Las infecciones por Dengue, Zika y Chikungunya pueden ser clínicamente inaparentes o mostrar signos y síntomas inespecíficos, lo cual dificulta la detección temprana a menos que tanto la población general como los profesionales de la salud estén adecuadamente instruidos en reconocer los casos sospechosos de forma oportuna. Esto, además de que permite guiar correctamente el manejo clínico de los pacientes, también colabora con el diagnóstico de certeza (a través de la detección de la viremia o de anticuerpos IgM, según el período transcurrido desde el inicio de los síntomas) y con la notificación de casos a las autoridades de salud pública.

Los sistemas de soporte para la toma de decisiones (CDSS) han demostrado mejorar resultados en el rendimiento médico, tanto en términos de precisión diagnóstica como en manejo clínico de enfermedades y dosificación adecuada de fármacos (5). Estos pueden ser definidos como programas informáticos diseñados para ayudar al profesional de la salud en la toma de decisiones clínicas. Están conformados, en primer lugar, por un trigger o disparador (es decir, un input o ingreso de datos que desencadena el inicio del sistema de soporte). Luego, otra parte central es el motor de inferencia, compuesto por reglas médicas, el cual se alimenta de bases de conocimiento con información clínica proveniente del paciente e información basada en el conocimiento propio del dominio. Finalmente, los CDSS otorgan un output al usuario, brindándole información y, en algunos casos, habilitando acciones directamente a través de la herramienta (6). Para el planteo de este soporte para la toma de decisiones, además de definir los componentes debimos tener en cuenta el ámbito de aplicación y los usuarios destinatarios.

En la bibliografía, encontramos un estudio donde Priynka Sharma et al. describen el diseño de un CDSS para Malaria y Dengue basado en síntomas, que a través de Inteligencia artificial devuelve como resultado un diagnóstico probable (7). Negreiros Gomes et al. diseñaron un sistema web de CDSS para Dengue de vigilancia epidemiológica, con actualización automática de casos y geolocalización (8). No se encontraron aportes de mayor relevancia al tema de CDSS en enfermedades transmitidas por mosquitos.

El reporte de cada caso de ETM detectado es obligatorio en Argentina y se realiza a través de una ficha que se envía al Ministerio de Salud, y es responsabilidad del profesional médico cargarla.

Ante la detección de registro subóptimo de esta ficha por parte de usuarios finales en el Hospital Italiano de Buenos Aires, se planteó la creación de un sistema de soporte a la toma de decisiones para registro y manejo clínico de las ETM

## II. OBJETIVOS

El objetivo del siguiente trabajo es describir el diseño de un asistente informático para el registro y la ayuda a la toma de decisiones para el manejo de pacientes con sospecha de enfermedades causadas por arbovirus. De esta forma, se guía al usuario para el reporte epidemiológico obligatorio a las autoridades de salud, con la consiguiente optimización de las estadísticas nacionales para estas enfermedades emergentes, y se facilita el cumplimiento con las guías de diagnóstico, tratamiento y seguimiento del Ministerio de Salud de la Nación y las políticas institucionales del Hospital Italiano de Buenos Aires. Esto

permitirá el diagnóstico temprano, la correcta estratificación de pacientes según la gravedad, la homogeneización en el criterio para el manejo clínico de estos casos y el uso racional de los recursos sanitarios.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### ***ESCENARIO***

El Hospital Italiano de Buenos Aires (HIBA), en Argentina, es una institución de alta complejidad con 150 años de historia. Es un hospital universitario que cubre todo el espectro del cuidado de la salud desde la atención ambulatoria, emergencias, internación de agudos, de especialidades médicas y quirúrgicas, cuidados críticos, atención domiciliaria y cuidado de pacientes crónicos.

En 1998 el HIBA comenzó con un proyecto de implementación de su Sistema de Información en Salud (SIS). Este proyecto de desarrollo interno maneja toda la información clínica y administrativa desde la captura hasta el análisis. Actualmente la Historia Clínica Electrónica (HCE) es web, orientada a problemas y centrada en el paciente (9)

El Departamento de Informática en Salud (DIS) del HIBA cuenta con un servicio de Terminología de propio desarrollo, tomando el estándar de SNOMED CT, vocabulario actual más rico que existe para describir hallazgos clínicos, enfermedades, procedimientos, sustancias, etc. Asimismo, este servicio ha desarrollado un vocabulario de interfase (Tesauro HIBA), el cual mapea conceptos ingresados por profesionales de la institución en la Historia Clínica Electrónica a conceptos de SNOMED-CT (10).

#### ***PROCESO***

Desde el área de Informática Clínica se conformó un equipo formado por dos residentes y un médico staff. Se realizó una búsqueda bibliográfica del tema en cuestión.

Posteriormente, se efectuó la observación y el análisis de los procesos actuales implicados en el manejo de pacientes con sospecha de Dengue, Zika y Chikungunya, y se trabajó con los principales actores en terreno para profundizar en el relevamiento.

Se relevó el algoritmo de diagnóstico y tratamiento de ETM del Ministerio de Salud de la Nación, junto al manejo de pacientes desde el HIBA, detectandose el mayor caudal de consultas en el ámbito de central de emergencias y demanda espontánea, con posterior impacto en la internación.

Se graficaron los procesos con diagramas de flujo, trabajando bajo metodología de gestión de proyectos (11).

Se realizó la propuesta de diseño de la herramienta de manera interdisciplinaria junto a los servicios médicos de Infectología y Epidemiología. El área de Usabilidad del DIS colaboró en la generación de prototipos y diseño de interfaz, aplicando guías de estilo ya establecidas, de forma que la nueva aplicación se integre con el resto de las ya existentes en la HCE.

Se generó un requerimiento de proyecto en forma ágil e iterativa, el cual se presentó al área de Ingeniería y Desarrollo de Software del DIS, tras haber sido aprobado por los diferentes stakeholders.

## IV. RESULTADOS

### ***PROPUESTA DE DISEÑO***

El asistente presenta un diseño secuencial en pasos, con tres objetivos:

- Determinar los criterios de diagnóstico presuntivo para la enfermedad
- Generar documentación de registro obligatorio para identificar los casos y realizar la vigilancia epidemiológica
- Sugerir herramientas diagnósticas, de tratamiento, control y seguimiento para el correcto manejo del caso

Para poder realizar una detección temprana de la enfermedad, se decidió enmarcar este proyecto en los ámbitos de guardia e internación.

### ***ELEMENTOS DEL CDSS***

- **Input:** El disparador del asistente es la consulta registrada desde el triage mediante terminología en la HCE.
- **Motor de reglas:** Al generarse el input correspondiente, se dispara el asistente.
- **Output:**
  - Facilitación de solicitud de estudios correspondientes; interconsulta con el servicio de Infectología si así lo requiere el caso; e internación del paciente desde el asistente
  - Exportación de datos completados en asistente a una ficha de ETM que utiliza el servicio de Epidemiología para reportar al Ministerio de Salud casos locales
  - Funcionalidad de impresión de dicha ficha
  - Recomendaciones al usuario para el manejo clínico del paciente

### ***ASISTENTE DE REGISTRO***

Cuenta con pasos estructurados en los que se guiará al usuario médico para el ingreso de datos del paciente en concordancia con el algoritmo del Ministerio de Salud y el manejo hospitalario actual.

El médico cargará los antecedentes del paciente, signos y síntomas resultantes de la consulta, así como factores de riesgo clínico y social.

El asistente ofrecerá la solicitud de los estudios complementarios para el diagnóstico y manejo de la enfermedad (Figura 1).

The screenshot shows a web interface for requesting practices. On the left, under '7. SOLICITAR PRÁCTICAS', there is a list of practices with checkboxes: 'Dengue IgM Anticuerpos específicos', 'Dengue IgG Anticuerpos', 'Dengue Antígeno NSU', 'Vigi Sistema Zika', 'Vigi Sistema Chikungunya', 'Hemograma con plaquetas', and 'Vista clínica'. On the right, under 'Opciones seleccionadas', there is a summary of selected options: '1. DIAGNÓSTICO PRE SINTOMAS', '2. ANTECEDENTES DE VIAJE', '3. CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS Y RIESGO SOCIAL', '4. SIGNOS Y SÍNTOMAS', '5. SIGNOS DE ALARMA', and '6. ANTECEDENTES EPIDEMIOLÓGICOS'. The interface includes 'Volver', 'Cancelar', and 'Siguiente' buttons at the bottom.

Figura 1- Interfaz de solicitud de prácticas

Finalmente, se generará una devolución con los 4 diagnósticos posibles y sus respectivas recomendaciones finales, incluyendo, según la complejidad del diagnóstico resultante y su recomendación, la facilitación de internación en el sector correspondiente (Figura 2).

Toda la información generada se volcará en la ficha de ETM (con posibilidad de impresión) en la HCE.

The screenshot shows the 'Recomendaciones finales' screen. It displays a diagnosis: 'PROBABLE ENFERMEDAD TRANSMITIDA POR MOSQUITOS SIN COMORBILIDADES NI SIGNOS DE ALARMA'. Below this, it states 'PUEDE MANEJARSE EN EL HOGAR' and lists recommended actions: 'VERIFICAR RESULTADOS DE LABORATORIO (hemograma con plaquetas)', 'TRATAMIENTO', 'Paciente relativo en cama', 'Adecuada ingesta de líquidos (2 litros o más por día)', 'Evitar Automedicación no estandarizada (AINEs)', 'Aislamiento de los mosquitos; utilizar repelente; reducir las fuentes de mosquitos; colocar barreras físicas (mosquiteras, etc.)', and 'Control en 48 hs (el momento crítico coincide con la detección de la fiebre)'. On the right, under 'Opciones seleccionadas', there is a summary of selected options: '1. DIAGNÓSTICO PRE SINTOMAS', '2. ANTECEDENTES DE VIAJE', '3. CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS Y RIESGO SOCIAL', '4. SIGNOS Y SÍNTOMAS', '5. SIGNOS DE ALARMA', and '6. ANTECEDENTES EPIDEMIOLÓGICOS'. The interface includes 'Volver', 'Cancelar', and 'Siguiente' buttons at the bottom.

Figura 2- Recomendaciones finales

## V. CONCLUSIONES

La detección oportuna de esta enfermedad es todo un desafío por los síntomas inespecíficos que las caracterizan. El diagnóstico requiere evaluaciones clínicas detalladas y exámenes físicos para identificar correctamente estos signos y síntomas (cefalea, dolor retro-orbital, artralgias, lumbalgia y conjuntivitis, entre otros), y apoyándose en estudios complementarios y trabajo interdisciplinario con especialistas. Es de suma importancia también poder clasificar a los pacientes que requieren atención médica intensiva o mera observación, con fines de vigilancia (12).

Asimismo, el reporte epidemiológico de los casos es imprescindible para la salud pública local e internacional, ya que permite estudiar la distribución, frecuencia y determinantes de estas patologías, y realizar predicciones y control de los factores relacionados con ellas (13). Poder integrar los registros médicos y sus componentes al mundo de la salud pública y la vigilancia epidemiológica es fundamental, ya que este tipo de integración nos permitirá monitorear y mejorar el cuidado de las poblaciones. Un

asistente informático de registro provee recomendaciones, integra la información disponible y facilita la toma de decisiones al profesional implicado, utilizando los datos específicos del paciente. Este tipo de herramientas implican un aporte significativo para los registros electrónicos de salud (14).

Uno de los probables riesgos identificados en la implementación de nuevas tecnologías es la resistencia al cambio del personal involucrado en el proceso. Es necesario crear estrategias para afrontar estas situaciones, manteniendo una comunicación fluida con los mismos, promoviendo su participación desde las fases iniciales del diseño y brindando capacitación pertinente y continua para el uso de las nuevas herramientas. Los aspectos sociotécnicos y los flujos de trabajo deben tenerse en cuenta en todo momento. Es frecuente que debido a fallas en estos puntos las implementaciones no sean exitosas, y consecuentemente los profesionales suelen culpar a las tecnologías y tensar su relación con los SIS (15). Otro de los riesgos identificados es que los sistemas informáticos pueden acarrear nuevos tipos de errores si no se diseñan e implementan mediante procesos correctamente verificados. Deben estudiarse de manera continua las fortalezas y debilidades de los mismos, y realizar un relevamiento inicial lo más exhaustivo posible para no obviar elementos fundamentales de los procesos. Luego de la implementación de un CDSS es necesario llevar a cabo un monitoreo de la herramienta, para orientar el trabajo del equipo hacia el logro de las metas, poder establecer correcciones, determinar resultados, e implementar nuevas estrategias en caso que sea necesario (16).

En conclusión, las enfermedades transmitidas por arbovirus han registrado un aumento en su incidencia en los últimos años, particularmente en Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay y Argentina. Resulta crucial el diagnóstico precoz de estas patologías, a través del reconocimiento temprano de elementos de sospecha clínica, así como un adecuado manejo de los pacientes y una correcta vigilancia epidemiológica basada en reportes de casos, de forma tal de poder instrumentar políticas de salud pública que reduzcan la incidencia. En el presente artículo, describimos las características de un sistema de soporte para la toma de decisiones desarrollado en el Departamento de Informática en Salud del Hospital Italiano de Buenos Aires, el cual apunta a optimizar los puntos claves previamente mencionados (diagnóstico, manejo y reporte). Este proyecto aún no se ha implementado, pero una vez que se realice podremos aportar información precisa sobre el impacto de la misma, lo cual constituirá una futura línea de investigación. También podremos compartir esta herramienta como servicio a otras instituciones que puedan interoperar.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Turner, R. Zika virus: following the path of dengue and chikungunya? [Internet]. [cited 2017 Dec 5]. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61273-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61273-9)
2. Kantor IN. Dengue, Zika y Chikungunya. Medicina . 2016;76(2):93–7.
3. Ministerio de Salud [Internet]. Argentina.gob.ar. 2017 [cited 2017 Dec 5]. Available from: <https://www.argentina.gob.ar/salud>
4. Ministerio de Salud. Epidemiología de las Arbovirus. Noviembre 2016. [Internet]. [cited 2017 Dec 14]. Available from: <https://www.paho.org/arg/images/gallery/mosquitos/jornadas/argentina-mosquitos-jornadas-MSAL-Epidemiologia.pdf?ua=1>

5. Garg AX, Adhikari NKJ, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *JAMA*. 2005 Mar 9;293(10):1223–38.
6. Musen MA, Middleton B, Greenes RA. Clinical Decision-Support Systems. In: *Biomedical Informatics*. Springer, London; 2014. p. 643–74.
7. Priynka Sharma, et al. Decision Support System for Malaria and Dengue Disease Diagnosis (DSSMD). *International Journal of Information and Computation Technology*. 2013; 3(7):633-640 [Internet]. [cited 2017 Dec 14]. Available from: [https://www.ripublication.com/irph/ijict\\_spl/04\\_ijictv3n7spl.pdf](https://www.ripublication.com/irph/ijict_spl/04_ijictv3n7spl.pdf)
8. Negreiros Gomes, et al. The Prevention and Combat of the Dengue Disease by a Computational DSS WEB Based System. Application Results to Fortaleza and Sobral/CE - Brazil [Internet]. [cited 2017 Dec 14]. Available from: <https://www.euro-online.org/DengueFrameworkEUROLETTERS2006.pdf>
9. Daniel L, Paula O, Alejandro LO, Eduardo R, Federico P, Adrián G, et al. Implementación de una Historia Clínica Electrónica Ambulatoria: El Proyecto Itálica. In: 6to Simposio de Informática en Salud - 32 JAIIO 2003 [Internet]. 2003 [cited 2017 Dec 7]. Available from: <http://dx.doi.org/>
10. Lopez Osornio A, Luna D, Gambarte ML, Gomez A, Reynoso G, Gonzalez Bernaldo de Quiros F. Creation of a Local Interface Terminology to SNOMED CT. *Medinfo 2007: Proceedings of the 12th World Congress on Health (Medical) Informatics; Building Sustainable Health Systems*. 2007;765.
11. PMI | Project Management Institute [Internet]. [cited 2017 Dec 5]. Available from: <https://www.pmi.org/>
12. The emergence of arthropod-borne viral diseases: A global prospective on dengue, chikungunya and zika fevers. *Acta Trop*. 2017 Feb 1;166:155–63.
13. *Epidemiology* [Internet]. Google Books. [cited 2017 Dec 5]. Available from: <https://books.google.com/books/about/Epidemiology.html?hl=es&id=TuJrwZEIY3UC>
14. Berner ES, La Lande TJ. Overview of Clinical Decision Support Systems. In: *Clinical Decision Support Systems*. Springer, Cham; 2016. p. 1–17.
15. Hersey P, Blanchard KH, Johnson DE. Administración del comportamiento organizacional: liderazgo situacional. 1998. 627 p.
16. Prgomet M, Li L, Niazkhani Z, Georgiou A, Westbrook JI. Impact of commercial computerized provider order entry (CPOE) and clinical decision support systems (CDSSs) on medication errors, length of stay, and mortality in intensive care units: a systematic review and meta-analysis. *J Am Med Inform Assoc*. 2017 Mar 1;24(2):413–22.