

Técnica *Árboles de decisión* aplicada al método clínico en el diagnóstico del dengue

Decision tree technique applied to the clinical method in the dengue diagnosis

José Acosta Torres,^I Laura Oller Meneses,^{II} Natalia Sokol,^{II} Rogelio Balado Sardiñas,^{III} Daymi Montero Díaz,^I Rogelio Balado Sansón,^I María Elena Sardiñas Arce^I

^IHospital Docente Pediátrico del Cerro. La Habana, Cuba.

^{II}Universidad de La Habana. La Habana, Cuba.

^{III}Ministerio de Comunicaciones. La Habana, Cuba.

RESUMEN

Introducción: el dengue es la arbovirosis más importante en términos de morbilidad, mortalidad y afectación económica, cuyo espectro clínico varía desde enfermos asintomáticos hasta casos febriles graves.

Objetivo: identificar síntomas y signos con valor predictivo del dengue en pacientes pediátricos febriles mediante la técnica *Árboles de decisión*, con el fin de contribuir al aumento de la efectividad clínica en el diagnóstico de esta entidad.

Métodos: se estudiaron 830 pacientes ingresados en el Hospital Docente Pediátrico del Cerro por síndrome febril entre enero y marzo de 2014. Para el diagnóstico serológico de caso sospechoso se realizó IgM anti-dengue. La técnica de minería de datos se aplicó a 25 variables numéricas y 21 categóricas *Árboles de decisión*, ambos con exactitud aproximada al 80 %. El primero relativo a los síntomas y signos, identificó valor predictivo en: *rash*, artromialgias, leucopenia, prueba de lazo positiva, ausencia de síntomas respiratorios y fiebre con duración $\leq 3,5$ días; este mostró 80,8 % de sensibilidad y 76,6 % de especificidad; el segundo, correspondiente a exámenes de laboratorio, evidenció predicción en cifras inferiores a $6,5 \times 10^9/L$ de leucocitos y $173,5$ células $\times 10^9/L$ en el conteo plaquetario, y reportó 77,4 y 86,4 % respectivamente.

Conclusiones: se identificaron síntomas, signos y resultados de laboratorio relevantes para el diagnóstico clínico del dengue, a partir de los cuales se propone una escala diagnóstica que facilita el dictamen de nuevos casos con índices de 70,9 % de sensibilidad y 83,2 % de especificidad.

Palabras clave: dengue; arbovirosis; árboles de decisión; síndrome febril; minería de datos; diagnóstico clínico.

ABSTRACT

Introduction: dengue is the most important arbovirus in terms of morbidity, mortality and economic effects and its clinical spectrum ranges from asymptomatic to severely febrile cases.

Objective: to detect symptoms and signs with predictive value for dengue in febrile pediatric patients through the Decision Tree technique in order to increase the clinical effectiveness of the diagnosis of such a disease.

Methods: study of 830 patients with febrile syndrome admitted to Centro Habana teaching pediatric hospital from January to March, 2014. For the serological diagnosis of a suspected case, anti-dengue IgM test was performed. Data mining technique was used in 25 numerical and 21 categorical decision-tree variables, having both an approximate accuracy of 80 %. The first one about symptoms and signs identified some predictive value in rash, arthromyalgia, leukopenia, PRUEBA DE LAZO POSITIVA, no respiratory symptoms, and fever lasting 3.5 days or longer and reached 80.8% sensitivity and 76.6% specificity and the second one included lab tests and showed predictive values in figures below $6.5 \times 10^9/L$ leukocytes and $173.5 \text{ cells} \times 10^9/L$ in platelet count and reported sensitivity of 77.4 % and specificity of 86.4 %, respectively.

Conclusions: some symptoms, signs and relevant lab results were identified for the clinical diagnosis of dengue, which serve as basis for the proposal of a diagnostic scale facilitating the diagnosis of new cases with a sensitivity index of 70.9 % and a specificity index of 83.2 %.

Keywords: dengue; arbovirosis; decision tree; febrile syndrome; data mining; clinical diagnosis.

INTRODUCCIÓN

El dengue es la arbovirosis más importante en términos de morbilidad, mortalidad y afectación económica, cuyo espectro clínico varía desde enfermos asintomáticos hasta casos febriles graves. Es originada por el virus dengue con 4 serotipos, y su transmisión ocurre mediante la picada del mosquito hembra de las especies *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*.¹⁻⁵

El diagnóstico clínico de sospecha en esta dolencia, se basa en las orientaciones emitidas por la OMS, aparecidas en las *Guías cubanas para la atención de los pacientes con dengue*.⁶ La entidad se clasifica actualmente en dos grupos: dengue no grave -con o sin signos de alarma-; y dengue grave, este último originado por la disfunción de órganos y sistemas, que puede ocasionar la muerte, en el cual la fuga capilar posee una importancia relevante.^{7,8} La confirmación como caso probable se realiza mediante la presencia de Inmunoglobulina M anti-dengue (IgM) en el suero del paciente.⁹

En la práctica médica, debido a la presencia del síndrome febril acompañando a numerosas entidades, el diagnóstico clínico de infección por dengue constituye uno de los principales retos, dada la dificultad para distinguir tempranamente esta arbovirosis de otras dolencias.¹⁰ Se han publicado varios algoritmos que tratan de ayudar a su diferenciación o predecir alguna complicación de forma precoz, mediante cálculos matemáticos.¹¹⁻¹³

Entre las técnicas estadísticas descritas se encuentra la minería de datos, en la que los *Árboles de decisión* constituyen un modelo. Consiste en crear una estructura cuyo aspecto asemeja un árbol, con nodos organizados en forma jerárquica, los cuales representan conjunto de juicios capaces de generar reglas e indicios.

Una vez creados estos elementos, los datos son clasificados de forma automática en un tiempo muy breve con un alto grado de confiabilidad,¹⁴ lo que permite aportar un adecuado conocimiento, para ejecutar acciones médicas o tomar providencias pertinentes en un determinado contexto.^{15,16}

El presente trabajo posee como objetivo, identificar en pacientes pediátricos febriles, los síntomas y signos que pudieran resultar predictivos, después de aplicarles la técnica de *Árboles de decisión*, con el fin de contribuir al aumento de la efectividad diagnóstica del dengue.

MÉTODOS

La selección de los pacientes estuvo constituida por 830 enfermos de 1 a 18 años de edad, ingresados en el Hospital Docente Pediátrico del Cerro por síndrome febril, durante el periodo comprendido entre enero y abril de 2014. A esa población se les realizó la prueba de IgM anti-dengue al sexto día de inicio de la fiebre, mediante la técnica UMELISA dengue IgM plus, desarrollada y producida por el Centro de Inmuno Ensayo (CIE) de La Habana, Cuba,¹⁷ la cual constituyó el criterio de inclusión. Se tomó igual cantidad de casos positivos y negativos en la pesquisa serológica. A todos los casos se les realizaron, además, conteo de leucocitos, plaquetas y determinación de hematocrito. Los criterios de exclusión estuvieron representados por la edad menor de 1 año, y no estar completos los datos en los expedientes clínicos.

Para la realización de esta investigación se tomaron los datos de las historias clínicas, y quedaron finalmente estructuradas por 25 variables, de ellas, 4 numéricas y 21 categóricas. Posteriormente estas fichas fueron procesadas mediante el empleo de las herramientas de *software RapidMiner*.¹⁸

Las variables utilizadas fueron: edad, sexo, color de la piel, evaluación nutricional, historia anterior de dengue, fiebre, cefaleas, *rash*, dolor retro-ocular, mialgias, artralgias, náuseas, vómitos, prueba del lazo, sangrado gingival, menorragias, epistaxis, rectorragia, petequias, hematemesis, equimosis, hemoptisis, enrojecimiento faríngeo, secreción nasal, íctero, odinofagia, tensión arterial máxima y mínima, dolor abdominal intenso y mantenido, 3 vómitos en 1 h, somnolencia, irritabilidad, lipotimia, descenso brusco de la temperatura y palidez exagerada.

Las variables correspondientes a los exámenes de laboratorio, cuyos datos toman valores numéricos, se transforman en variables categóricas utilizando las tablas de valores normales para estos complementarios según la edad.¹⁹ Estas contemplaron: hemoglobina, hematocrito, conteo leucocitario, conteo de plaquetas, velocidad de sedimentación globular, resultado de IgM y ultrasonografía.

Del análisis del citado modelo surgieron dos algoritmos relativos al cuadro clínico y los exámenes de laboratorio, de donde se obtuvieron *Árboles de decisión*.¹⁶ Cada nodo, hoja de estos árboles, representan una regla, formada por los antecedentes (raíz, nodos internos y ramas), y el consecuente (nodos hoja que representan las clases).

Para cada regla se miden los indicadores de *soporte* y *confianza*. El *soporte* de una regla se define como el porcentaje de las veces en las que aparecen juntos los antecedentes y el consecuente, que se calcula dividiendo el número de casos contenidos en la regla entre el número total de casos; por su parte, la *confianza* es la probabilidad condicional de que una regla se cumpla, y se computa como el número de veces que aparecen juntos el antecedente y el consecuente, dividido entre el número de veces que aparece el antecedente.²⁰

De los cálculos anteriores se derivan los términos *reglas* (el soporte $\geq 25\%$ y confianza $\geq 80\%$), e *indicios* (con soporte $\leq 25\%$ y confianza $\geq 80\%$). Estos últimos constituyen patrones de comportamiento, que si bien no se encuentran respaldados por datos suficientes, necesitan ser observados, pues reportan información valiosa sobre algo que está ocurriendo.

Luego de presentar e interpretar los resultados, se evaluó, en forma integral, cada *Árbol de decisión* a través de su matriz de confusión, instrumento que permite la visualización del desempeño de un algoritmo, para lo cual se utilizó el criterio de precisión que brinda la herramienta, mediante el cálculo de su sensibilidad y especificidad.

Una vez valorado el modelo, tanto de forma global como en cada una de sus reglas e indicios, se determinó si ellos respondieron a la problemática que dio lugar a esta investigación. Se propuso una escala diagnóstica, que permitió implementar los resultados obtenidos, con el objetivo de elevar la capacidad del dictamen de dengue, realizado por el médico mediante el método clínico, apoyado en los exámenes de laboratorio.

RESULTADOS

El *Árbol de decisión* que corresponde a la vista minable de síntomas y signos se observa en la figura 1. En ella se aprecia que el signo fundamental en la clínica está dado por el *rash* o erupción, desde donde se articulan los demás elementos, en forma fundamental, la presencia o no de síntomas respiratorios y los grupos de edad. De esta interrelación surgieron, las distintas reglas que se enuncian en la tabla 1, las cuales son:

- *Regla 1*: clasifica como caso negativo todo aquel que no manifestó *rash*, síntomas respiratorios, conteo leucocitario menor de $6,5 \times 10^9 /L$ y artromialgias. Esta situación estuvo presente en un total de 167 casos, de ellos 143 negativos y 24 positivos, lo que equivale a un soporte de 34,4 y 5,7 % respectivamente, y le confiere una confianza de 85,6 %.

- *Regla 2:* clasifica como positivo, aquel caso que no mostró *rash* y síntomas respiratorios, pero sí manifestó conteo leucocitario inferior a 6,500 células $\times 10^9/L$. Estuvo presente en 163 casos, de estos 151 fueron positivos y solo 12 negativos, para un soporte de 36,4 y 2,9 % respectivamente, y una confianza del 92,6 %.
- *Regla 3:* clasifica como caso negativo todo aquel que no tuvo *rash*, pero sí mostró síntomas respiratorios; se observaron en 233 casos, de estos 229 fueron negativos y solo 4 positivos, para un soporte de 55,1 y 0,9 % respectivamente, y una confianza de 98,2 %.
- *Regla 4:* clasifica como caso positivo aquel que exhibió *rash*, mayor de 10 años, y no presentó síntomas respiratorios. Se notó presente en 203 casos, lo cual representa un soporte de 24,4 %, de ellos 199 fueron positivos y solo 4 negativos, para una confianza de 98,0 %.

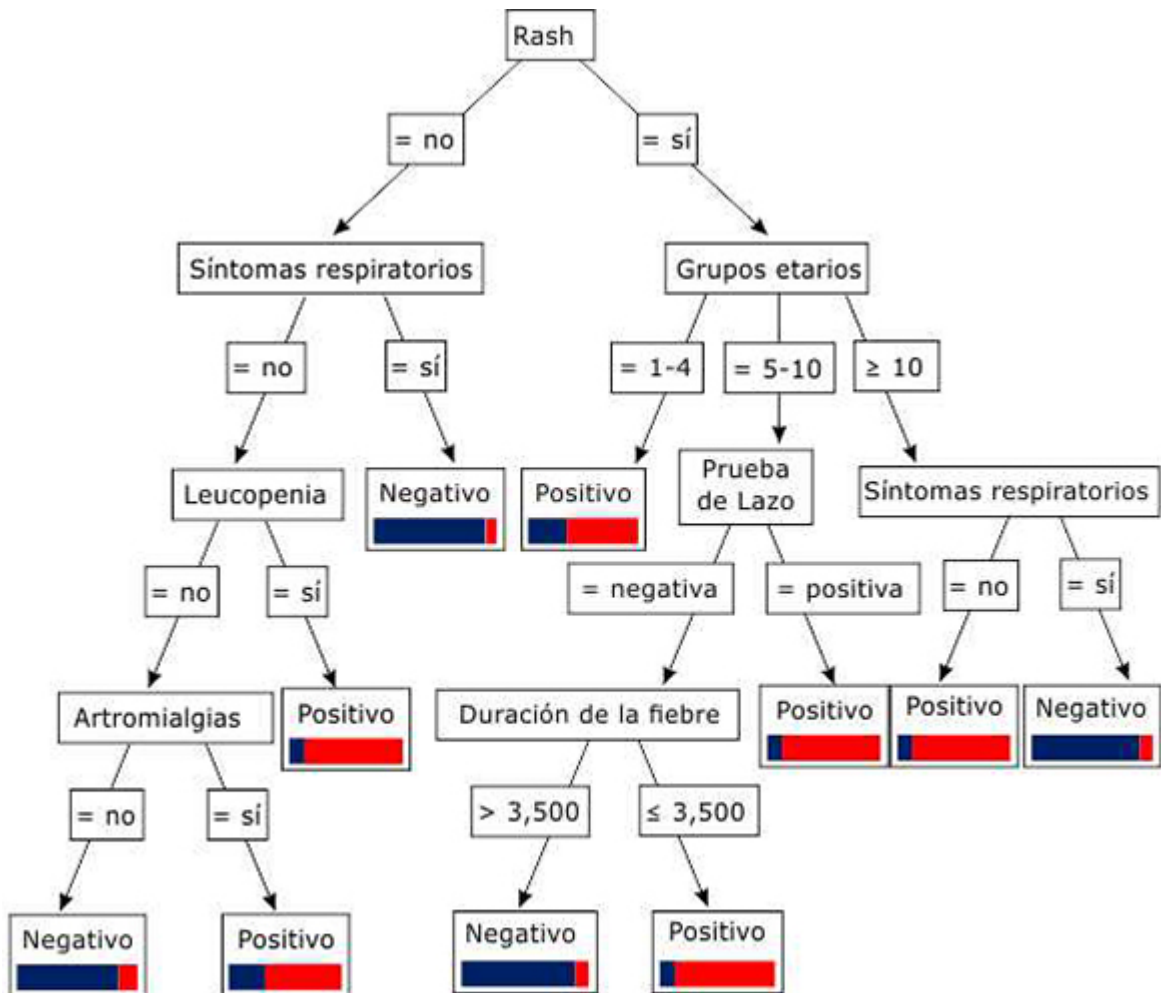


Fig. 1. Modelo de Árbol para los síntomas y signos.

Tabla 1. Indicadores que apoyan las reglas del *Árbol de síntomas y signos*

Árbol de exámenes de laboratorio							
Reglas	Total casos	Soporte (%)	Casos		Soporte interior de clases		Confianza (%)
			Positivos	Negativos	Positivos (%)	Negativos (%)	
Regla 1**	167	20,1	24	143	5,7	34,4	85,6
Regla 2*	163	19,6	151	12	36,4	2,9	92,6
Regla 3**	233	28,0	4	229	0,9	55,1	98,2
Regla 4*	203	24,4	199	4	47,9	0,9	98,0
Indicio 1**	42	5,0	5	37	1,2	8,9	88,0
Indicio 2*	75	9,0	61	14	14,7	3,4	81,3
Indicio 3**	44	5,3	4	40	0,9	9,6	90,9
Indicio 4*	178	21,44	124	54	29,8	13,0	69,6
Indicio 5*	107	12,8	64	43	15,4	10,4	59,8
Indicio 6*	30	3,6	22	8	5,3	1,9	73,3

Regla/indicio positivo*; regla/indicio negativo**.

Existen, además, otras combinaciones como la prueba del lazo, grupo de edad y la duración de la fiebre, que corresponden a los llamados indicios ya mencionados, los que mostraron el comportamiento siguiente:

- *Indicio 1*: clasifica como caso negativo aquel que presentó *rash*, se encuentra comprendido en las edades entre 5 y 10 años, tiene prueba de lazo negativa y fiebre con duración de más de 3,5 días. Esta situación estuvo presente en 42 casos, de estos 37 fueron negativos y 5 positivos, para un soporte de 8,9 % y 1,2 %, y una confianza de 88,0 %.
- *Indicio 2*: clasifica como caso positivo todo aquel que manifestó *rash*, se encuentra comprendido entre las edades 5 y 10 años, y tuvo prueba de lazo positiva. Se advirtió en 75 casos, de estos 61 fueron positivos y 14 negativos, para un soporte de 14,7 y 3,4 % respectivamente, y una confianza de 81,3 %.
- *Indicio 3*: clasifica como caso negativo aquel que presentó *rash*, mayor de 10 años, y con manifestación de síntomas respiratorios. Fue percibido en 44 casos, para un soporte de 5,3 %; de estos, 40 fueron negativos y 4 positivos, para una confianza 90,9 %.

Se descartan los indicios 4, 5 y 6, porque exhiben los índices de soporte y confianza en niveles inferiores a los establecidos como aceptables, con cifras entre 58,8 y 73,3 %.

Al observar los exámenes de laboratorio, estos se expresan en el *Árbol* correspondiente mostrado en la figura 2. Es de notar que el complementario principal estuvo dado por el conteo de plaquetas, el cual se entrelazó con análisis leucocitario y el hematocrito.

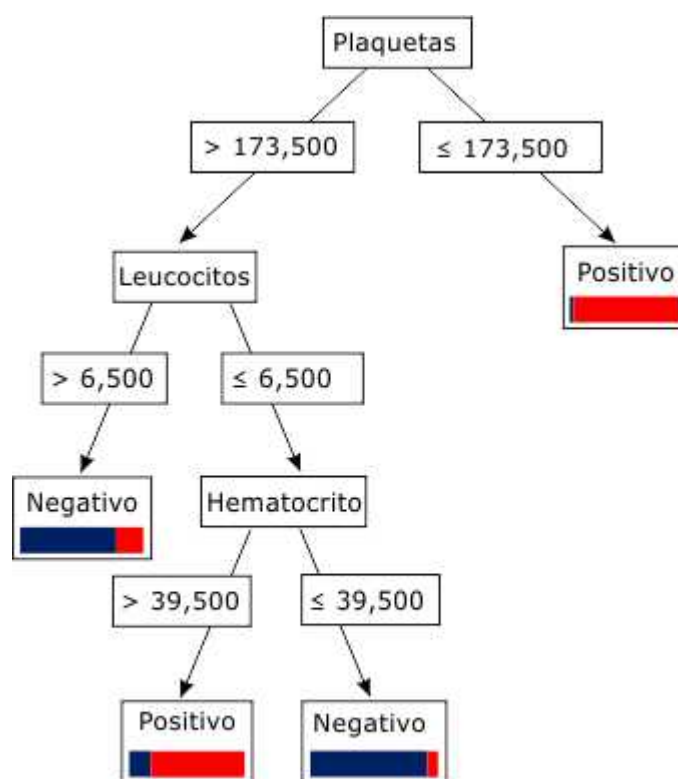


Fig. 2. Modelo de *Árbol* obtenido para exámenes de laboratorio.

Del análisis anterior surgieron los indicadores que sustentan las reglas del *Árbol de exámenes de laboratorio* expuestas en la tabla 2.

- *Regla 1:* clasifica como caso *negativo*, aquel que presentó plaquetas con niveles superiores a 173,5 células $\times 10^9/L$ y conteo leucocitario mayor a 6,5 $\times 10^9/L$ células; estuvo presente en un total de 340 casos, de estos 278 fueron negativos y 62 positivos, lo cual le confiere un soporte al interior de la clase de 66,9 y 14,9 % respectivamente, y una confianza de 81,8 %.
- *Regla 2:* clasifica como caso positivo aquel que manifestó niveles de plaquetas inferiores a 173,5 células $\times 10^9/L$, cifras de leucocitos menores que 6,5 células $\times 10^9/L$ y hematocrito mayor a 39,5 vol/%. Esta particularidad fue apreciada en 208 casos, de estos 178 fueron positivos y 30 negativos, para un soporte de 42,9 y 7,2 % respectivamente, y una confianza de 85,5 %.
- *Regla 3:* clasifica como caso negativo aquel que presentó niveles de plaquetas superiores a 173,5 células $\times 10^9/L$, valores de leucocitos inferiores a 6,5 células $\times 10^9/L$ y hematocrito menor o igual a 39,5 vol/%. Fue refrendada en 247 casos, de estos 208 fueron negativos y 39 positivos, para un soporte de 50,1 y 9,4 % respectivamente, y una confianza de 84,2 % (tabla 2).
- *Regla 4:* clasifica como caso positivo a todo aquel que mostró conteo de plaquetas con valores iguales o inferiores a 173,5 células $\times 10^9/L$, aspecto que fue notado en 186 casos, de estos 182 fueron positivos y solo 4 negativos, lo que representa un soporte de 43,8 y 0,9 % respectivamente, y una confianza del 97,8 %.

Tabla 2. Indicadores que apoyan las reglas del *Árbol de exámenes de laboratorio*

Árbol de exámenes de laboratorio							
Reglas	Total casos	Soporte (%)	Casos		Soporte interior de clases		Confianza (%)
			Positivos	Negativos	Positivos (%)	Negativos (%)	
Regla 1**	340	40,9	62	278	14,9	66,9	81,8
Regla 2 *	208	25,0	178	30	42,9	7,2	85,5
Regla 3 **	247	29,7	39	208	9,4	50,1	84,2
Regla 4 *	186	22,4	182	4	43,8	0,9	97,8

Regla positiva*; regla negativa**.

Matriz de confusión para evaluar la escala diagnóstica propuesta

A partir de los modelos de *Árboles de decisión* obtenidos, y con el propósito de facilitar la utilización de los resultados como soporte al diagnóstico clínico del dengue, se decidió proponer una escala diagnóstica capaz de implementarse en la práctica médica, la cual quedó conformada por siete variables reflejada en la tabla 3a, adecuada por: conteo plaquetario menor de $173,5 \times 10^9/L$ (3 puntos), presencia de *rash* (2 puntos), leucocitos menor de $6,5 \times 10^9/L$ (2 puntos), ausencia de síntomas respiratorio (2 puntos), artromialgia (1 punto), prueba del lazo positiva (1 punto) y fiebre con una duración menor o igual a tres días (1 punto).

En la tabla 3b se muestra la matriz de confusión, en la que aparecen varios valores, de sensibilidad y especificidad, en función del monto mínimo de puntos acumulados que se tomaría para efectuar el diagnóstico.

Tabla 3a. Escala diagnóstica modificada por los resultados obtenidos

Parámetros	Puntos
Plaquetas $< 173,5 \times 10^9/L$	3
Presencia de <i>rash</i>	2
Leucocitos $< 6,5 \times 10^9/L$	2
Ausencia de síntoma respiratorio	2
Artromialgias	1
Prueba de lazo positiva	1
Fiebre, duración $\leq 3,5$ días	1

Tabla 3b. Matriz de confusión para evaluar la escala diagnóstica propuesta

Valor mínimo (+)	3		5		7	
	VN	VP	VN	VP	VN	VP
Positivos	51	110	21	88	6	77
Negativos	74	14	104	36	119	47
Sensibilidad	88,7 %		70,9 %		62,0 %	
Especificidad	59,2 %		83,2 %		95,2 %	

VN: valor negativo; VP: valor positivo.

La escala de 3 puntos mostró una sensibilidad de 88,7 % y especificidad de 59,2 %. En el otro extremo, cuando se planteó considerar el diagnóstico de un caso con un total de 7 puntos, la especificidad se elevó a 95,2 %, y ostentó una sensibilidad disminuida a 62,0 %.

En el caso de que se tomó el valor de la escala con un mínimo de 5 puntos, la matriz de confusión ofreció unos valores con sensibilidad de 70,9 % y especificidad de 83,2 %, cuantía que mostró mayor equilibrio entre ambos elementos.

DISCUSIÓN

Varias son las publicaciones que han abordado el estudio del dengue mediante la aplicación de minería de datos,^{11,21-23} y en ellos los resultados predicen con bastante fidelidad el diagnóstico o complicaciones de esta entidad. *Vega Riverón*,¹¹ en su estudio sobre la clasificación de dengue hemorrágico, propone reglas de decisión con alta sensibilidad y valor predictivo, y concluye que las variables de laboratorio, tomando también el conteo de plaquetas como principal complementario, tienen gran importancia para discriminar las formas clínicas de esta entidad. En la presente investigación conviene notar que el límite inferior del valor plaquetario que predice la entidad, se situó en $173,5 \text{ células} \times 10^9/\text{L}$ y el leucocitario $6,5 \times 10^9/\text{L}$, cifras estas a tener en cuenta en la interpretación de dichos análisis. Es conocido que en la práctica se estima concederle valor diagnóstico, cuando existen cantidades de megacariocitos por debajo de $150\,000 \text{ células} \times 10^9/\text{L}$ y de glóbulos blancos igual o inferior a $5\,000 \text{ células} \times 10^9/\text{L}$.

En la India, *Fathima y Manimegalai*,²² en una muestra de 5 000 pacientes, asociaron 29 síntomas con la enfermedad. Estos autores logran alcanzar una sensibilidad del 47 %, especificidad del 97 % y una precisión en la clasificación de un 90,4 %, con el intervalo de riesgo de 83 %, cifras parecidas a los resultados que se muestra en este trabajo.

Potts y otros,²³ cuando emplean este método, en una pesquisa efectuada en Tailandia, le confieren un valor predictivo del 97 % para vaticinar dengue grave, mientras que *Tanner y otros*²⁴ informan 84,7 % de exactitud en el diagnóstico de esta enfermedad, sobre 1 200 enfermos residentes en Vietnam y Singapur.

El empleo de la prueba del lazo, variable utilizada en esta investigación, se ha tomado en consideración en numerosas publicaciones para predecir el diagnóstico y complicaciones del dengue, y sus resultados han mostrado resultados diversos.

Pacheco Acuña,²⁵ en un estudio caso control efectuado en Costa Rica, expresa que sus resultados confirman la tendencia mundial de la última década, en que si bien se utiliza la prueba de torniquete como elemento clínico indirecto para indicar fragilidad capilar, no se emplea de manera definitiva para clasificar al paciente que requiere hospitalización, por riesgo de empeorar con manifestaciones hemorrágicas.

*Lazo*²⁶ concluye, en su trabajo, que la prueba de torniquete es útil en la determinación de probable condición hemorrágica en los pacientes por ellos estudiados.

Merece mencionar la importancia de la presencia de síntomas respiratorios en el cuadro clínico del paciente febril, lo cual, en este estudio, es un elemento que predijo negativamente el diagnóstico de sospecha de dengue, lo que concuerda con lo hallado en la literatura.¹³ Tener esta situación en cuenta ayudará al personal facultativo a tomar una decisión, pues, en forma frecuente, durante el alza estacionaria de dengue, coexisten exacerbaciones de las infecciones respiratorias agudas (IRA) de causa viral. La conducta a tomar en estas condiciones es totalmente distinta, pues las IRA no bacterianas, en su mayoría, no requieren hospitalización, salvo que muestre el paciente algún factor de riesgo, o ella sea expresión de una enfermedad asociada. El innecesario ingreso de los enfermos, además de elevar los costos, puede originar infecciones en ellos, asociadas a cuidados sanitarios.

En relación con la escala diagnóstica sugerida, esta coincide con la elaborada por *Díaz Quijano*¹³ y *Díaz*,²⁷ en cuanto a tomar en consideración los elementos de plaquetas, rash, conteo leucocitario, artromialgia, prueba del lazo positiva y ausencia de síntomas respiratorios, aunque difiere en los valores atribuidos a estos. La presencia de diarreas mostrada por estos autores, no fue considerada en esta propuesta, al carecer de suficiente relación entre los datos explorados.

La gradación de la escala que se propone es la de tomar un valor mínimo de 5 puntos, para buscar un equilibrio entre los valores porcentuales de sensibilidad (la probabilidad de que para un sujeto enfermo se obtenga en una prueba diagnóstica un resultado positivo); y especificidad (capacidad de una prueba en diagnosticar verdaderos casos como negativos), de acuerdo con las cifras ofrecidas en la matriz de confusión. Este valor, con bastante certeza, ayudará al profesional a tomar una decisión basada en evidencias.

Se concluye que el análisis realizado en esta investigación, muestra que en la vertiente clínica la relación entre la presencia de erupción, el conteo leucocitario, la ausencia de síntomas respiratorios, las manifestaciones de artromialgia, así como los grupos de edad, constituyen reglas con determinantes predictivas. En correspondencia con las variables de laboratorio, el conteo plaquetario relacionado con el número de leucocitos y el resultado del hematocrito, reflejan reglas de valor pronóstico. Se propone una escala diagnóstica, lo cual facilita el dictamen en los casos estudiados, con una adecuada sensibilidad y especificidad

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Toledo J, George L, Martínez E, Lázaro A, Han W, Coelho G, et al. Relevance of non-communicable comorbidities for the development of the severe forms of dengue: A systematic literature review. PLOS Neglected Tropical Diseases [serie en Internet]. 2016 [citado 8 de mayo de 2016];10(1). Disponible en: <http://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0004284>
2. Hoyos Rivera A, Pérez Rodríguez A. Actualización en aspectos epidemiológicos y clínicos del dengue. Rev Cubana Salud Pública. 2010 Mar;36(1):149-64.
3. Gustavo K. El dengue, un problema creciente de salud en las Américas. Rev Cubana Salud Pública. 2011;37(supl 5):616-8.
4. Guzmán Tirado MG. Treinta años después de la epidemia cubana de dengue hemorrágico en 1981. Rev Cubana Med Trop [serie en Internet]. 2012 [citado 8 de mayo de 2016];64(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602012000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
5. Linero Terán AS, Velasco MM, Chan Guevara L, Guerra G. Anterior clasificación del dengue y nueva propuesta de la OMS. Concordancia en el requerimiento de hospitalización en un grupo de pacientes pediátricos hospitalizados. Revista Colombiana Salud Libre. 2015;5(1):52-60.
6. Guía para la asistencia integral de los pacientes con dengue. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2012.
7. Blanco-Tuirán P, Camacho-Burgos E, Corrales-Aldana H. Detección molecular del virus Dengue en mosquitos *Aedes aegypti* (Diptera: *Culicidae*) de la ciudad de Sincelejo, Colombia. Rev Inv Med Trop. 2015;1:1-7.
8. Martínez E. Medical Care Organization to Face Dengue Epidemics. Revista Cubana de Medicina Tropical [serie en Internet]. 2009 mayo-agosto [citado 15 de diciembre de 2015];61(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602009000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=en
9. Ocazonez RE, Cortés F, Villar LA. Vigilancia del dengue basada en el laboratorio: diferencias en el número de casos y virus aislados según la recolección del suero y la prueba serológica. Colombia Médica. 2005;36(2):65-72.
10. Giménez V, Picagua E, Carpinelli MM, Rovira C, Ferreira L. Hallazgos laboratoriales y referencia sintomatológica en población pediátrica durante la epidemia de dengue del año 2007. Pediatr: (Asunción). 2011;38(1):12-6.
11. Vega Riverón B, Sánchez Valdés L, Cortina Abrahantes J, Castro Peraza O, González Rubio D, Castro Peraza M. Clasificación de dengue hemorrágico utilizando árbol de decisión en la fase temprana de la enfermedad. Rev Cubana Med Trop. 2012;64(1):35-42.
12. Lee VJ, Lye DC, Sun Y, Leo YS. Decision tree algorithm in deciding hospitalization for adult patients with dengue haemorrhagic fever in Singapore. Trop Med Int Health. 2009;14(1):1154-9.

13. Díaz-Quijano FA, Villar-Centeno LA, Martínez-Vega RA. Reducción de la hospitalización mediante un algoritmo de manejo del dengue en Colombia. *Rev Panam Salud Pública*. 2011 Sep;30(3):248-54.
14. Coto Jiménez M. Minería de datos: concepto y aplicaciones. *Contactos*. 2014;91:60-5.
15. Dávila Hernández F, Sánchez Corales Y. Técnicas de minería de datos aplicadas al diagnóstico de entidades clínicas. *Revista Cubana de Informática Médica*. 2012;4(2):174-83.
16. Bouza CN, Santiago A. La minería de datos: árboles de decisión y su aplicación en estudios médicos. *Modelación Matemática de Fenómenos del Medio Ambiente y la Salud [serie en Internet]*. 2012 [citado 22 de octubre de 2015];2. Disponible en: <https://www.researchgate.net/>
17. Peláez O, Sánchez L, Mas Bermejo P, Pérez S, Kourí G, Guzmán M. Prevalencia de síndromes febriles en la vigilancia del dengue. Ciudad de La Habana, 2007. *Revista Cubana Hig Epidemiol [serie en Internet]*. 2010 enero-abril [citado 30 de octubre de 2015];48(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032010000100002&lng=es&nrm=iso&tIng=es
18. Oviedo Carrascal E, Oviedo Carrascal A, Vélez Saldarriaga G. Data mining: Contributions and trends in the health service of smart cities. *Revista Politécnica [serie en Internet]*. 2015 [citado 16 de febrero de 2016];11(20). Disponible en: http://www.politecnicojic.edu.co/www.politecnicojic.edu.co/images/stories/medios/revista_politecnica/revista-politecnica-20.pdf
19. Nicholson J, Pesces M. Límites de referencias de las pruebas y procedimientos analíticos. En: Nelson. Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF. *Tratado de Pediatría*. 18ª ed. Barcelona: Elsevier; 2008. p. 2378-80.
20. Gervilla García E, Jiménez López R, Montaña Moreno J, Sesé Abad A, Cajal Blasco B, Palmer Pol A. La metodología del Data Mining. Una aplicación al consumo de alcohol en adolescentes. *Adicciones*. 2009;21(1):65-80.
21. Fathima A, Manimegalai D, Hundewale N. A Review of Data Mining Classification Techniques Applied for Diagnosis and Prognosis of the Arbovirus-Dengue. *International Journal of Computer Science Issues*. 2011;8(6):322-8.
22. Fathima A, Manimegalai D. Predictive Analysis for the Arbovirus-Dengue using SVM Classification. *International Journal of Engineering and Technology*. 2012;2(3):521-7.
23. Potts JA, Gibbons RV, Rothman AL, Srikiatkachorn A, Thomas SJ, Supradish P, et al. Prediction of dengue disease severity among pediatric Thai patients using early clinical laboratory indicators. *PloS Negl Trop Dis*. 2010;4:769-76.
24. Tanner L, Schreiber M, Low JG, Ong A, Tolfvenstam T, Ling LY, et al. Decision tree algorithms predict the diagnosis and outcome of dengue fever in the early phase of illness. *PLoS Negl Trop Dis*. 2008;2(3):e196.

25. Pacheco Acuña R, Romero Zúñiga J. Prueba de torniquete como predictiva de sangrado espontáneo en casos de dengue clásico por den-2. Rev Costarric Salud Pública. 2008; 17(33): 1409-29.
26. Lazo G, Tovar O, Kafati R. Utilidad del resultado de la prueba de torniquete en pacientes mayores de 16 años con dengue atendidos en el Hospital Escuela. Junio 2003-Junio 2005. Revista Médica de los Posgrados de Medicina UNAH. 2006;9(3): 314-21.
27. Díaz F, Martínez R, Villar L. Criterios clínicos para diagnosticar el dengue en los primeros días de la enfermedad. Biomédica. 2006;26(1):22-30.

Recibido: 19 de mayo de 2016.

Aprobado: 7 de junio de 2016.

José Acosta Torres. Hospital Docente Pediátrico del Cerro. Calzada del Cerro No. 2 002, municipio Cerro. La Habana, Cuba. Correo electrónico: vulcano@infomed.sld.cu