

## SLD094 HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ACCIONES DE SALUD RELACIONADAS CON LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL

### SLD094 COMPUTER TOOL FOR DETERMINATION OF SHARES OF HEALTH RELATED HYPERTENSION

Yovannys Sánchez Corales<sup>1</sup>, Yoenny Pérez Romero<sup>2</sup>, Sailyn Salas Hechavarria<sup>3</sup>  
Frank Dávila Hernández<sup>4</sup>

1 Centro de Informática Médica, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, [yscorales@uci.cu](mailto:yscorales@uci.cu), Carretera a San Antonio de los Baños Km 2 ½, Boyeros, La Habana, Cuba.

2 Centro de Informática Médica, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, [yoenny@uci.cu](mailto:yoenny@uci.cu).

3 Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, [ssalas@uci.cu](mailto:ssalas@uci.cu).

4 Centro de Informática Médica, Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, [fdavila@uci.cu](mailto:fdavila@uci.cu).

**RESUMEN:** La Hipertensión Arterial (HTA) es uno de los problemas de salud complejos frecuentes en nuestro Cuba y el mundo, pues constituye el principal factor de riesgo en las enfermedades cardiovasculares y cerebrales. El presente trabajo aborda una herramienta informática que ayuda a la determinación de acciones de salud relacionadas con la Hipertensión Arterial en la Atención Primaria de Salud a través del Procesamiento Analítico en Línea y el Razonamiento Basado en Casos. El sistema es validado mediante análisis de criterio de expertos, los cuales concuerdan en un 99% de confianza.

**Palabras Clave:** Hipertensión Arterial, Procesamiento Analítico en Línea, Razonamiento Basado en Casos.

**ABSTRACT:** Hypertension (HTA) is one of the complex health problems prevalent in our Cuba and the world, as is the main risk factor for cardiovascular disease and stroke. This paper deals with a software tool that helps determine health actions related to hypertension in primary health care through the Online Analytical Processing and Case Based Reasoning. The system is validated through expert analysis approaches, which are consistent at 99% confidence.

**Keywords:** Hypertension, Online Analytical Processing, Case Based Reasoning.

## 1. INTRODUCCIÓN

La atención médica en Cuba posee la peculiaridad de ser gratuita y desarrollada a partir de un concepto social que va más allá del diagnóstico de las enfermedades, pues pone en primer lugar la atención de las necesidades de la población dentro del propio medio en que esta se desarrolla.

La informática en la medicina [1]; [2] es una de las aplicaciones más comunes [3]; [4]; [5] e importantes desde hace varias décadas, lo que ha permitido al sector de la salud, no solo poseer métodos novedosos, sencillos y eficaces de gestión administrativa en consultas, hospitales y centros de investigación biomédica, sino también disponer de complejas aplicaciones que reducen la posibilidad de error en el diagnóstico de las enfermedades y la gestión de las Historias Clínicas Electrónicas (HCE) [1]; [6].

En este contexto surgen los Sistemas Clínicos para la Toma de Decisiones (CDSS - *Clinical Decision Support System*) [7]; [8]; [9]; [1] los cuales brindan información inteligentemente procesada al médico o cualquier individuo de la organización.

El Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba (MINSAP) es el órgano rector del Sistema Nacional de Salud (SNS), encargado de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política del estado y del gobierno en cuanto a la salud pública, el desarrollo de las ciencias médicas y la industria médico farmacéutica mediante el uso de las TIC.

El Centro de Informática Médica (CESIM), perteneciente a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se encarga de crear soluciones informáticas para el sector de la salud como el Sistema Integral de Atención Primaria para la Salud (alas SIAPS) y el Sistema Integral de Atención Hospitalaria (alas HIS). Estos sistemas incluyen un banco de Historias Clínicas Electrónicas (EHR - *Electronic Health Record*) [1]; [6] de manera centralizada como para de su funcionamiento, logrando de esta forma tener un único formato y expediente electrónico del paciente independientemente del tipo de cuidado ofrecido.

En el seguimiento integral de los problemas de salud en el nivel primario, se detecta con mayor incidencia la Hipertensión Arterial (HTA) [10]; [11], la cual es denominada la epidemia silenciosa del siglo XXI y constituye el principal riesgo de las enfermedades cardiovasculares. Según el reporte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del 2012 [12], 1 de cada 3 personas en el mundo padece de Hipertensión Arterial; además agrega que 1 de cada 10 personas es diabética y se reflejan en estudios [13]; [14] la alta frecuencia con que las personas diabéticas desarrollan previamente una Hipertensión Arterial. El MINSAP por su parte

desarrolla un Programa de Control de la Hipertensión Arterial mediante acciones [15]; [16]; [17] como respuesta a este importante problema de salud. Adicionalmente en Cuba existe un gran número de pacientes que poseen esta enfermedad y no lo saben.

Por las razones anteriores es necesario buscar mecanismos que ayuden a los galenos profesionales a implementar acciones de salud como la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de la HTA a fin a las características de sus pacientes.

## 2. RAZONAMIENTO BASADOS EN CASOS EN LA SALUD

El Razonamiento Basado en Casos (RBC) es uno de los métodos actuales para construir Sistemas Basados en el Conocimiento [18] ampliamente utilizado en el diagnóstico de enfermedades [19]. Un nuevo problema se compara con los casos almacenados previamente en la base de casos (Memoria de Casos) y se recuperan uno o varios casos. Posteriormente se evalúa una solución sugerida, por los casos que han sido seleccionados con anterioridad para tratar de aplicarlos al problema actual [20]. De acuerdo con Aamodt y Plaza, el ciclo de razonamiento basado en casos consta de cuatro etapas o pasos como se muestra en la figura 1.

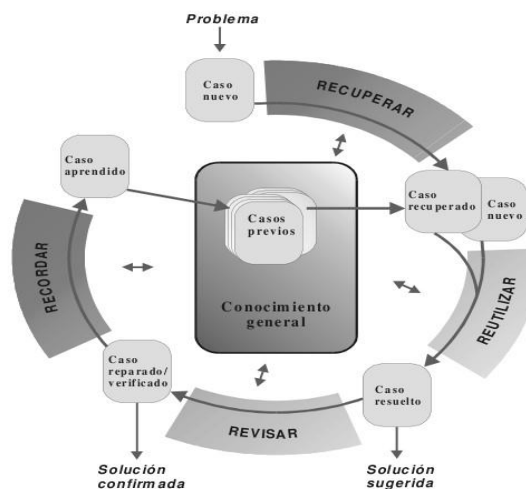


Figura 1. Ciclo de razonamiento basado en casos

- Recuperar el caso o casos pasados más similares a la nueva situación presentada.
- Reutilizar la información y conocimiento de este caso o casos recuperados para resolver el nuevo problema.
- Revisar cuando una solución para un caso

generado en la fase de reutilización no es correcta.

- Retener las partes de esta experiencia que puedan ser útiles para la resolución de futuros problemas.

En el caso específico de la HTA, el razonamiento basado en casos se puede relacionar con el diagnóstico médico debido a que se pueden establecer las analogías: caso -paciente hipertenso, rasgos predictivos - cuadro clínico y rasgos objetivos - elementos que componen el diagnóstico. Existe además una alta frecuencia de repetición al analizar el cuadro clínico de estos pacientes que, en muchas ocasiones poseen características similares. De la información de los pacientes hipertensos que radica en las HCE, se pueden crear casos concretos y ser empleados como base para prevenir la ocurrencia de la enfermedad de otros pacientes con características similares. Además resulta muy difícil establecer reglas generalizables que permitan inferir las distintas características que posee un paciente hipertenso debido a la complejidad del problema de salud. Por las razones antes expuestas, se decide aplicar como parte del presente trabajo el Razonamiento Basado en Casos.

Este razonamiento ayuda a clasificar la HTA de acuerdo a los tipos Primaria, Renal, Maligna en los pacientes, el tratamiento asociado que puede ser el sugerido por el JNC-7 [21] y el criterio del médico, así como las posibles complicaciones asociadas.

### 3. PROCESAMIENTO ANALÍTICO EN LÍNEA LA SALUD

El Procesamiento Analítico en Línea (OLAP - On Line Analytical Processing) [22]; [23], es un tipo de procesamiento de datos que se caracteriza, entre otras cosas, por permitir el análisis multidimensional y es empleado principalmente en el campo de la Inteligencia de Negocios. Su principal objetivo es el de brindar rápidas respuestas a complejas preguntas interpretando la situación de un negocio sobre grandes bases de datos (básicamente un almacén o mercado de datos) o sistemas transaccionales y de esa forma poder tomar decisiones [24] al respecto.

Este tipo de procesamiento puede analizar la información desde diferentes escenarios históricos mediante informes estadísticos y proyectar cómo se ha venido comportando y evolucionando en un ambiente multidimensional, o sea, mediante la combinación de diferentes criterios, temas de interés o dimensiones lo que permite deducir tendencias por medio del descubrimiento de relacio-

nes entre los criterios.

El éxito que se obtiene al emplear esta técnica de análisis e información radica en el objetivo que se persigue. OLAP se utiliza esencialmente en el análisis de la información provocada por los distintos departamentos de las empresas, pero puede ser aplicado para el diagnóstico mediante el análisis de la información contenida en un repositorio (banco de datos) de Historias Clínicas y de esta forma, obtener información acerca del comportamiento histórico o tendencia de enfermedades como la HTA y sus factores de riesgo, mediante informes generados, así como su proceder médico. OLAP puede utilizar el modo de almacenamiento ROLAP [25] que, ante otros métodos como MOLAP [25] y HOLAP [25], se caracteriza por utilizar las ventajas del modelo relacional arrojando rápidos resultados en las consultas complejas durante la creación de los informes generados.

Al realizar este tipo de procesamiento en línea, de manera rápida se puede generar informes que permiten realizar acciones médicas de carácter preventivas, las cuales reducen el número de pacientes hipertensos en las consultas y por consiguiente facilitan el proceso de diagnóstico.

### 4. HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ACCIONES DE SALUD VINCULADAS CON LA HTA

Como un módulo del Sistema Integral para la Atención Primaria de Salud (alas SIAPS) se construye la herramienta propuesta, aunque también puede ser incorporada al Sistema de Gestión Hospitalaria (alas HIS) como muestra en la figura 2.



Figura 2. Herramienta incluida en el sistema alas SIAPS.

La herramienta desarrollada combina los resultados ofrecidos por el RBC mediante la clasificación y proceder de la HTA y OLAP a partir de análisis de los factores de riesgos de la HTA, de manera que se le otorgue al médico diversos criterios que faciliten decidir la estrategia de implantación de las distintas acciones de salud relacionadas con la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de la HTA.

La aplicación informática incluye la plataforma libre J5EE (Java 5 Enterprise Edition) con ayuda del gestor de bases de datos PostgreSQL para el almacenamiento de la información. La seguridad del CDSS es heredada del módulo de configuración del sistema alas SIAPS. Para el análisis OLAP se utilizó la herramienta Pentaho Mondrian. Como parte de los datos utilizados se empleó el banco de HCE de los sistemas alas SIAPS y alas HIS respectivamente.

La herramienta identifica los tipos de HTA presentes en los pacientes y otorga un tratamiento para ello, el cual se compone de procedimientos dictaminados por el JNC-7 y el criterio personalizado del especialista de manera que acciones de salud como el diagnóstico y el tratamiento son facilitadas. A continuación se muestra como la herramienta identifica el tipo de HTA y establece un proceder integral.

**Información general**

Detalles del Diagnóstico		Complicaciones
Nivel:	III	Glaucoma, Aneurisma Órtica, Diabetes Mellitus, Perturbaciones del ritmo cardíaco
Tipo:	Secundaria acelerada-maligna	
Semejanza:	79 %	
Utilizado:	7 veces	

Revisar

Aceptar Volver

Figura 3. Tipos y complicaciones de la HTA.

El proceder correspondiente ofrecido por el sistema es el siguiente:

**Tratamiento**

Se recomienda iniciar el tratamiento con un solo fármaco, si el paciente hipertenso tiene síndrome hiperkinético, la mejor opción es un beta bloqueador, es conveniente el uso de betabloqueadores como el calcio antagonista o bloqueadores alfa ya que evacerban la hiperinnesia circulatoria

Tratamiento JNC:

Tratamiento Personalizado:

Propandolol (25-100 mg). Aumento de ejercicios físicos y control periódico de la tensión arterial

Aceptar Volver

Figura 4. Tratamiento sugerido por la herramienta.

Finalmente se ilustra como el sistema sugiere acciones de carácter preventivas debido a que muestra los principales el comportamiento factores de los principales factores de riesgo de pacientes hipertensos atendidos en una unidad de salud.

**Centro de Toma de Decisiones.** Procesamiento Análisis en Línea

Problemas de Salud	Control del tiempo	Medidas	Cantidad de problemas
Problemas_Salud	Fecha del Hecho Médico		16
Especialidad desconocida	Fecha del Hecho Médico		8
Diabetes Mellitus	Fecha del Hecho Médico		3
Hipertension Arterial	Fecha del Hecho Médico		13
	2008		1
	Primer semestre		13
	2010		12
	Primer semestre		13
Higiene y Epidemiología	Fecha del Hecho Médico		1
Diabetes Mellitus	Fecha del Hecho Médico		3
Nefrología	Fecha del Hecho Médico		5
Hipertension Arterial	2010		12
	Primer semestre		13
Oncología	Fecha del Hecho Médico		2
Hipertension Arterial	Fecha del Hecho Médico		13
	2010		12
	Primer semestre		13

Figura 5. Comportamiento de la HTA, según el historial de los datos de las HCE.

Se aprecia como la herramienta realiza una valoración en el tiempo de la HTA. Siendo los primeros trimestres de cada año los meses más críticos.

Etnia del paciente	Hábitos personales	Medidas	Cantidad de problemas	Cantidad de antecedentes
	Hábitos personales		16	26
	Hábitos personales		7	10
Blanco	Hábitos personales		2	3
	Fumar		0	0
	Sal		2	3
Negra	Hábitos personales		1	0
Negra	Hábitos personales		2	3
	Fumar		0	0
	Sal		2	3
Mestiza	Hábitos personales		1	2
Negra	Hábitos personales		1	2
	Hábitos personales		9	16
Blanco	Hábitos personales		1	2
Blanco	Hábitos personales		1	2
Negra	Hábitos personales		1	2
Negra	Hábitos personales		2	2
	Beber		0	0
	Fumar		0	0
	Sal		2	2
Blanco	Hábitos personales		1	2
Negra	Hábitos personales		1	2
Negra	Hábitos personales		1	2
Negra	Hábitos personales		1	2

Figura 6. Informe OLAP que relaciona los temas etnia y hábitos personales.

Se precia además como el hábito de fumar, así como el consumo de sal tienen una gran influencia en los pacientes consultados.

Un último reporte que incluye los antecedentes arroja como las madres influyen en sus descendientes de manera que éstos tienen gran posibilidades de sufrir HTA.

		Medidas	
Problemas de Salud	Antecedentes	Cantidad de problemas	Cantidad de antecedentes
Problemas_Salud	Antecedentes	16	26
Especialidad desconocida	Antecedentes	8	26
Diabetes Mellitus	Antecedentes	3	26
	Antecedente Familiar	0	12
	Abuela	0	1
	Abuelo	0	1
	Madre	3	4
	Padre	0	7
	Antecedente Personal	3	14
Hipertension Arterial	Antecedentes	13	0
	Antecedente Personal	13	0
	Madre	13	0
	Hipertension Arterial	13	0
Higiene y Epidemiología	Antecedentes	1	0
Diabetes Mellitus	Antecedente Personal	3	14
Nefrología	Antecedentes	5	0
Hipertension Arterial	Antecedente Personal	13	0
	Madre	13	0
	Hipertension Arterial	13	0
Oncología	Antecedentes	2	0
Hipertension Arterial	Antecedente Personal	13	0
	Madre	13	0
	Hipertension Arterial	13	0

Figura 7. Informe OLAP que relaciona los temas etnia y hábitos personales.

A partir de los informes OLAP anteriores puede inferir que en los primeros trimestres de cada año aumentan los casos de HTA en los pacientes cuyas madres también padecen dicho problema de salud. Además, la enfermedad está condicionada principalmente por el consumo de sal y el hábito de fumar.

Teniendo en cuenta esta información obtenida, son detectadas las causas principales de la HTA presente en los pacientes. Con este conocimiento adquirido sobre la enfermedad, se puede entonces realizar acciones de salud preventivas y/o de seguimiento y control respecto a la HTA.

## 5. ANÁLISIS DEL CRITERIO DE EXPERTOS

La herramienta es validada utilizando el método Delphi [26]. Se contó para ello con la participación de nueve especialistas a los cuales se autoevaluaron sus conocimientos y habilidades relacionados con la prevención, diagnóstico y tratamiento de la HTA, así como las herramientas y/o técnicas para el apoyo a la toma de decisiones.

Utilizando el coeficiente de Kendall (W) determinado por las expresiones siguientes:

$$W = \frac{S}{\frac{E^2}{12}(C^3 - C)} \quad (1)$$

$$X^2 = E(C - 1)W \quad (2)$$

$$s = \frac{1}{\sum (\sum E - \sum \frac{\sum E}{c})^2} \quad (3)$$

Siendo:

C, la cantidad de criterios presentes y E es el promedio de los criterios dados.

Al procesar los resultados de las encuestas aplicadas se obtuvo como resultado un coeficiente de Kendall (W) de 0,363 y un valor de Chi-cuadrado de 19,6.

Por otra parte, se busca el estadístico Chi-cuadrado tabulado en la tabla del percentil con un nivel de significación ( $\alpha$ ) de 0,01 y C - 1 grados de libertad, representado por  $X^2_{\text{tab}} = X^2_{\alpha; c-1}$  el cual arrojó un valor de 16.81. Por lo que se puede afirmar entonces que los expertos concuerdan al 99% de confianza en los criterios emitidos.

## 6. ALCANCE E IMPACTO

La vida de los pacientes mediante un cuidado adecuado, sustentado en la evidencia médica puede ser más saludable.

El riesgo es un elemento clave a tener en cuenta a la hora de realizar acciones de salud. El mismo, puede estar condicionado por el déficit de información, por lo que es importante tener presente diversos criterios mediante distintas vías para poder implementar dichas acciones de una manera más certera.

La herramienta descrita juega un papel fundamental en la Atención Primaria de Salud (APS), cuyo pilar fundamental son las acciones preventivas. De ahí que, si son conocidas las causas que provocan la HTA en personas de un área determinada, el número de afectaciones puede ser reducido.

## 7. CONCLUSIONES

Es posible conocer los tipos de HTA a través de la aplicación propuesta y establecer procedimientos a fines a este problema de salud.

El sistema permite conocer las causas de la HTA debido a los informes resultantes del procesamiento analítico en línea.

La presente herramienta fue presentada a un conjunto de expertos que valoraron las características que se proponen en el presente trabajo.

Se determinó la concordancia de criterios preferenciales entre los expertos encuestados.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Hersh, W.** "Medical informatics: improving health care through information". 16, USA: JAMA, 2002, Vol. 288, pp. 1955-8.
2. **Anderson, J. and Gremy, F.** "Education in Informatics of Health Personnel". Europe: North-Holland Publ. Co, 1974. Vol. 1.
3. **Van Bommel, J.H.** "Medical Informatics. Art or Science?". Netherlands: Meth Inform Me, 1996. pp. 157-172. Vol. 35.
4. **Bertalanffy, L.V.** "General Systems theory: foundation, development, applications". New York: Brazilliez, 1978. p. 45.
5. **Navarro, H. and Pastor, V.** "Manual de gestión hospitalaria". [book auth.] H Navarro. "Sistemas de Información". Madrid: Interamericana-Mc Graw-Hill, 1992, pp. 189-208.
6. **Cosialls, D.** "Información para la gestión clínica. Contrato de servicio". Madrid: ELSEVIER ESPAÑA, S.A, 2000. Vol. 2. 9788481744828. pp. 19-26.
7. **Wright, A.** "ANDS: An Architecture for Clinical Decision Support in a National Health Information Network". Toronto: AMIA Annu Symp Proc, 2007. pp. 816-820.
8. **Berner, Eta S.** "Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice". US: Health Information Series, 2007. 0387-38319-0. pp. 77-103.
9. **Haynes, R.** "Of studies, syntheses, synopses, and systems: the "4S" evolution of services for finding current best evidence 2", US: ACP J Club, 2002, Vol. 134, pp. A11-3.
10. **Guerra, J. and Alfonso, P.** "Hipertensión Arterial en la Atención Primaria de Salud". La Habana Cuba: Ciencias Médicas, 2009. 978-959-212-530-8.
11. **Cuadrado, S. and Casas, G.** "Tensoft: Sistema informativo para el diagnóstico de la HTA sobre bases estadísticas". Universidad Central de Las Villas. Santa Clara: Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias, 2006. pp. 26-44.
12. **OMS.** "Estadísticas Sanitarias Mundiales 2012". US: World Health Organization, 2012. 978 92 4 356444 9.
13. **Cordero, A. et al.** "Novedades en hipertensión arterial y diabetes mellitus". Madrid: Revista española de cardiología, 2010. Vol. 63. 0300-8932. pp. 101-115.
14. **Aguilar, C.** "Riesgo cardiovascular en diabetes mellitus e hipertensión arterial en España". Estudio CORONARIA. 4, Madrid: Medicina Clínica, 2006, Vol. 127. 13090381. pp. 126-132.
15. **Soca, M.; Enrique, P. and Sarmiento, Y.** "Hipertensión arterial, un enemigo peligroso", Habana: ACIMED, 2009, Vol. 2. 1561-2880.
16. **Barreto, D. G.** "La hipertensión arterial en la tercera edad", Habana: Revista Médica, 2009, Vol. 48.
17. **Agramonte, M. et al.** "Prevalencia del síndrome metabólico en pacientes diabéticos tipo 2", Habana: Revista Cubana de Medicina, 2010, Vol. 48. SSN 1561-302X.
18. **Gutiérrez, I and Bello, R.** "Un Sistema Basado en Casos para la Toma de Decisiones en Condiciones de Incertidumbre". Villa Clara: Revista Investigación Operacional, 2002, Vol. 23.
19. **Hsu, C. and Ho, S.** "A new hybrid case-based architecture for medical diagnosis". Peking: Information Sciences, 2004. Vol. 166. pp. 1 - 4.
20. **Febles, J. P. and Estrada, V.** "Uso del razonamiento basado en casos para la enseñanza de temas médicos 1", La Habana, Cuba: Revista Ingeniería Industrial, 2002, Vol. 23. 0258-5960.
21. **Chobanian A.V. et al.** "The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure: The JNC 7 Report". JAMA, 2003. pp. 2560-72. 289.
22. **Codd, E.F. and Salley, C.T.** "Providing OLAP (on-line Analytical Processing) to User-analysts: An IT Mandate". US: Codd & Date, Inc, 1993. Vol. 32. 0718-3305. p. 31.
23. **Gray, J. et al.** "A Relational Aggregation Operator Generalizing Group-By, Cross-Tab, and Sub-Totals". Redmon: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1995. pp. 21.
24. **Sellappan, CH. S. L.** "Clinical Decision Support Using OLAP with Data Mining". Selangor, Malaysia: International Journal of Computer Science and Network Security, 2011, Vol. 8.
25. **Tamayo, M. and Moreno, F.** "Análisis del modelo de almacenamiento MOLAP frente al modelo de almacenamiento ROLAP". Bogotá: Ingeniería e Investigación, 2010, Vol. 26. 0120-5609.
26. **Bravo, M. L. and Arrieta, J. J.** "El Método Delphi. Su implementación en una estrategia didáctica para la enseñanza de las demostraciones geométricas". Cienfuegos: Revista Iberoamericana de educación, 2006. 1681-5653.

## 9. SÍNTESIS CURRICULARES DE LOS AUTORES

**Ing. Yovannys Sánchez Corales:** Nacido el 26 de Febrero del 1980 en la provincia de Santiago de Cuba, Cuba. Profesor asistente de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Con experiencia en la informática médica de 6 años. Ha trabajado en sistemas de gestión de información para la Salud, Inteligencia Artificial, Inteligencia de Negocios, Minería de Datos y Minería de Procesos. Posee certificaciones otorgadas por el Hospital Italiano de Buenos Aires, Intecna Solutions, así como las de los eventos UCIENCIA 2008, 2009, 2010, FORDES 2010, INFORMÁTICA 2009 y 2011. Es miembro de Sociedad de informática Médica (SOCIM) y de la Asociación Cubana de Reconocimiento de Patrones (ACRP).