

## SISTEMAS DE SOPORTE A LAS DECISIONES CLÍNICAS

Silva Layes, M.<sup>1</sup>, Falappa, M.<sup>2,3</sup>, Simari, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial Concordia  
Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Entre Ríos*

<sup>2</sup> *Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur*

<sup>3</sup> *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

### Resumen

*Un CDSS es un sistema informático diseñado para servir de apoyo en la toma de decisiones médicas, colaborando con los profesionales médicos en el proceso diagnóstico, así como también en las diferentes instancias asociadas al cuidado del paciente, como por ejemplo, la definición de planes terapéuticos, suministro de medicamentos, procedimientos, alertas, etc. El uso de estas herramientas informáticas tiene el objetivo principal de prevenir errores médicos en las instancias donde se necesitan efectuar decisiones clínicas. Los CDSS's en la actualidad están transformando la forma en que se llevan a cabo las prescripciones médicas en los diferentes ámbitos de la salud, y las instituciones sanitarias sienten la necesidad de adoptar incrementalmente herramientas de este tipo con el objetivo de mejorar los resultados clínicos. Para poder evaluar los tipos de CDSS's hacia los que nos podemos orientar, debemos conocer sus características, los mecanismos utilizados para efectuar sus sugerencias, su facilidad de uso, la posibilidad de interoperabilidad que poseen con los sistemas de información sanitaria que pueden encontrarse implementados en una institución de salud, etc. Aquí se realiza un análisis de los CDSS's más relevantes, presentando sus principales características, arquitectura y el impacto que estos han tenido en la toma de decisiones clínicas.*

### Palabras clave

Sistemas de Soporte a las Decisiones Clínicas, Sistemas de Salud, Interoperabilidad, Guidelines Clínicas

### Introducción

Los Sistemas de Soporte a las Decisiones Clínicas (CDSS) han evolucionado rápidamente desde sus inicios hasta nuestros días, contando en la actualidad con diversas opciones que sirven de soporte a las decisiones en el ámbito sanitario. Los CDSS's son una valiosa herramienta de apoyo para el profesional de la salud, y para quienes realizan la labor gerencial de los entes sanitarios. Hoy en día existen diferentes proyectos informáticos orientados a tal fin, teniendo cada uno de ellos sus ventajas y desventajas, las que deberán ser evaluadas al momento de decidir su uso [2, 3, 6, 7].

Desde el surgimiento de los CDSS's en la década de los 70's, éstos han ido evolucionando no solamente en lo que se refiere a las áreas médicas sino también respecto a los momentos en que son aplicados, la relación que éstos mantienen con el médico y su estructura base. Su evolución se ha dado en pro de mejorar la calidad del soporte que los sistemas pueden brindar a quienes lo utilizan como herramienta de apoyo, así como también a la posibilidad de que éstos puedan ser utilizados en más de un área de la salud. Esta evolución permite el manejo de bases de conocimiento cada vez más amplias (en cuanto a volumen y características de la información), con más claridad en las respuestas, así como la posibilidad de que los CDSS's puedan integrarse como componentes a los sistemas de información de la salud (HIS) [4, 5, 9].

## Sistemas de Soporte a las Decisiones

El surgimiento de los sistemas de soporte a las decisiones trajo consigo una revolución en los procesos de tomas de decisiones; sus comienzos tuvieron lugar en el marco de investigaciones académicas, pero paulatinamente fueron incorporados en diferentes ámbitos, siendo los más significativos el financiero y el sanitario. La evolución de estos sistemas ha permitido contar en la actualidad con DSS's que pueden aplicarse no solamente en distintos dominios del conocimiento, sino que además posibilitó su diversidad funcional. Es importante la clara identificación de las características relevantes de un DSS para poder distinguirlos de otros sistemas. Diferentes autores proponen diversas alternativas respecto las características que deberían tenerse en cuenta a tal fin. Por ejemplo, Power identifica 7 factores a considerar: facilitación, interacción, auxilio, repetición de uso, orientación a tareas, identificabilidad e impacto de decisión:

1. **Facilitación:** Facilitan y soportan las actividades específicas de la toma de decisiones y/o los procesos de decisión.
2. **Interacción:** Se encuentran diseñados para que los tomadores de decisiones y usuarios en general puedan tener una interacción con el sistema.
3. **Auxiliares:** Son sistemas que brindan apoyo en la toma de decisiones, no siendo reemplazantes del personal que realiza dicha actividad.
4. **Repetición de uso:** Pueden ser utilizados de manera rutinaria o para la realización de tareas de soporte a las decisiones ad hoc.
5. **Orientados a tareas:** Soportan diversas tareas relacionadas a la toma de decisiones, como lo son el análisis de datos, identificación y diseño de alternativas, elección entre varias opciones e implementación de decisiones.
6. **Identificable:** Son sistemas independientes que recolectan o replican datos de otros sistemas de información.
7. **Impacto de decisión:** Están destinados a mejorar la exactitud, puntualidad, calidad y eficacia general de una decisión concreta o de un conjunto de decisiones relacionadas.

De la misma manera en que existen diferentes formas de identificar a un sistema como DSS, también son variadas las posiciones respecto a la forma en que se clasifican. Las taxonomías varían de acuerdo a diferentes niveles, entre estos se encuentran la clasificación a nivel de usuario (activos, pasivos y cooperativos), nivel operacional (sistemas de: archivos, análisis de datos, análisis de información, basados en modelos contables y financieros, modelos de representación, modelos de optimización y modelos de sugerencia) y nivel conceptual (dirigidos por: datos, modelos, conocimiento, documentos y comunicación). También es variada la visión que poseen los distintos autores respecto a su arquitectura básica. Entre estas visiones se encuentra la de Sage, Sprague y Carlson, que identifican 3 componentes fundamentales (sistema manejador de base de datos, sistema manejador del modelo base y sistema generador de diálogos y administración), mientras que Power expresa que la conformación de un DSS está dada por 4 componentes básicos (interface de usuario, base de datos, herramientas de modelado y análisis, y arquitectura de red) [11, 12, 13, 14].

La evolución tecnológica que se ha producido a lo largo de estos últimos años y el surgimiento de la web, han generado un fuerte impacto en el desarrollo y utilización de estos sistemas, brindando posibilidades de aplicación cada vez más sofisticadas, innovadoras y de aplicación globalizada. En un momento donde observamos que la globalización ha traído consigo el surgimiento de competencias cada vez más intensas entre las organizaciones, la implementación de estos sistemas podríamos aseverar es un factor preponderante en el crecimiento de estas; para ello se deberán

evaluar criteriosamente qué tipo de DSS será más adecuado, analizar el impacto que estos sistemas traerán en consecuencia tanto a nivel individual como organizacional, así como también, evaluar los riesgos y costos en la implementación. Deberán tenerse objetivos claros y bien definidos al momento de decidir una implementación de estas características si no se quiere fracasar.

### **Sistemas de Soporte a Decisiones Clínicas**

Un Sistema de Soporte a las Decisiones Clínicas es definido por R. Miller y A. Geissbuhler como "...un algoritmo basado en computadora que asiste a los profesionales con uno o más pasos componentes del proceso de diagnóstico". M. Musen lo describe como "cualquier pieza de software que toma como entrada información sobre una situación clínica y produce como salida inferencias que pueden ayudar a los profesionales en la toma de decisiones y esto puede ser juzgado como inteligente por los usuarios del programa". Recientemente Robert A. Greenes lo ha definido como "...el uso de la computadora para brindar conocimiento relevante a ser utilizado en el cuidado de la salud y bienestar de un paciente". Podemos expresar que un Sistema de Soporte a las Decisiones Clínicas es un sistema informático diseñado para servir de apoyo en la toma de decisiones médicas, colaborando con los profesionales médicos en el proceso diagnóstico, así como también en las diferentes instancias asociadas al cuidado del paciente, como por ejemplo, la definición de planes terapéuticos, suministro de medicamentos, procedimientos, alertas, etc.. El uso de estas herramientas informáticas tiene el objetivo principal de prevenir errores médicos en las instancias donde se necesitan efectuar decisiones clínicas. Los CDSS's en la actualidad están transformando la forma en que se llevan a cabo las prescripciones médicas en los diferentes ámbitos de la salud, y las instituciones sanitarias sienten la necesidad de adoptar incrementalmente herramientas de este tipo con el objetivo de mejorar los resultados clínicos [15, 5, 4].

Los Sistemas de Soporte a las Decisiones Clínicas desde sus orígenes a fines de los 50's (donde comienzan a publicarse los primeros artículos referidos al tema) han originado un gran interés y generado diversas expectativas en los ámbitos profesional, académico y comercial respectivamente. La posibilidad de poder trabajar con un sistema que sirva de apoyo al proceso diagnóstico y determinación de planes terapéuticos de manera activa, precisa, ágil y con bajos costos es uno de los mayores objetivos perseguidos actualmente. El surgimiento de estos sistemas y la búsqueda de herramientas informáticas que sirviesen de apoyo a la toma de decisiones médicas en diferentes instancias del proceso diagnóstico, han potenciado la generación de diversos proyectos de investigación a lo largo de estos últimos años.

Podemos resumir los objetivos fundamentalmente buscados en un CDSS y las principales metodologías involucradas de acuerdo a la propuesta planteada por Greenes, en función de cinco propósitos generales: 1) responder preguntas (hiperlinks a recursos específicos en momentos puntuales en la interacción con un sistema clínico), 2) toma de decisiones (ayuda en el análisis de la información –decisiones en la realización de diagnósticos, selección de pruebas, planificación de terapias, y estimación de pronósticos-), 3) optimización del flujo de procesos y flujo de trabajo (existen protocolos, algoritmos y guidelines que sirven en la atención médica como guías en la toma de decisiones y acciones adecuadas, en aquellas tareas donde existen diferentes caminos y puntos intermedios de decisión), 4) monitoreo de acciones (un tipo de monitoreo es utilizado por ejemplo, para alertar al médico en caso de intentar prescribir una medicación al paciente, a la cual éste puede ser alérgico, ó una medicación que puede interactuar peligrosamente con otra que el paciente esté ya recibiendo), 5) focalización de atención (uso de técnicas para organizar y presentar la información y opciones, sirviendo de recordatorio. Un ejemplo sería la presentación de un formulario para el registro de notas preoperatorios de anestesiología, o la referencia a un especialista para que efectúe la evaluación de un paciente para cirugía cardíaca) [4].

Desde sus comienzos, han sido creados CDSS's orientados a soporte en diferentes áreas de la medicina, cuyas arquitecturas han sido base de nuevos proyectos, así como también han surgido sistemas con nuevas características. Dendral, que es uno de los primeros CDSS's de los que se tiene conocimiento, surge en 1965 en la Universidad de Standford, y tiene como principal objetivo servir de apoyo en la determinación de la estructura molecular de compuestos desconocidos. Dicha investigación fue una extensa exploración empírica de técnicas de programación heurística, lo que permitió validar las fortalezas y debilidades presentes en esta técnica. En 1967 surge el sistema HELP, desarrollado en el LDS Hospital de Salt Lake City en Utah. Entre sus principales objetivos se encontraban mejorar la calidad en el cuidado de los pacientes, la reducción de costos relacionados y brindar capacidades necesarias para el desarrollo de investigaciones. Actualmente se encuentra en uso en más de 20 de los hospitales operados por el Intermountain Healthcare (IHC). En 1972 fue concebida la idea del proyecto original del sistema Internist-1, por Myers, Pople, Miller y colaboradores, que consistía en desarrollar un programa que pudiese imitar el razonamiento de un experto médico (programa diseñado para brindar asistencia diagnóstica en medicina general interna). Entre los aportes de Internist-1 se encuentra la creación de un extenso repositorio de conocimiento médico relacionado con el diagnóstico de enfermedades en medicina interna [16, 17, 18, 7].

En 1976 tiene surge MYCIN, sistema experto cuya principal función es brindar hipótesis diagnósticas de enfermedades infecciosas de la sangre, exhibiendo recomendaciones terapéuticas asociadas (formado principalmente por una base de conocimiento, un motor de inferencia y una interface de usuario). El sistema solicita al médico la respuesta a una serie de preguntas que le plantea, brindando luego una serie de posibles enfermedades con las correspondientes indicaciones terapéuticas. Por otro lado, QMR (Quick Medical Reference) tiene su origen en 1985, teniendo como antecesor a Internist-1. Éste tiene como principal objetivo servir de soporte en diagnósticos en medicina general interna. QMR no actúa únicamente como herramienta de información, sino que además, asiste a los usuarios en la generación de hipótesis en casos complejos. Internist-1 tenía como desventaja el tratar al usuario como un participante pasivo en la búsqueda de información, sin que los usuarios pudieran tener acceso en forma directa e inmediata a la información almacenada en la base de conocimiento, situación revertida con el proyecto QMR [19,6].

A comienzos del 2000 surge EON en la Universidad de Stanford, como sistema de ayuda a practicantes en el cuidado de pacientes a ser tratados en base a protocolos y guidelines. Este proyecto ha brindado importantes aportes en el área de los CDSS's actuales, sirviendo de base a nuevos proyectos. En el 2005 Kensaku Kawamoto desarrolla en la Universidad de Duke el sistema SEBASTIAN (System for Evidence-Based Advice through Simultaneous Transaction with an Intelligent Agent across a Network). Actualmente ha sido utilizado para implementar diferentes aplicaciones de un CDSS. Tiene la característica de haber sido implementado como web service, pudiéndose comunicar con los sistemas clientes a través de mensajes en XML. Actualmente SEBASTIAN ha sido utilizado para implementar 4 aplicaciones diferentes de un CDSS: 1) Un sistema que proporciona a los médicos recomendaciones de cuidado de la diabetes en el sector ambulatorio. 2) Un sistema que genera cartas de recordatorio de cuidados a medida para los pacientes. 3) Un sistema que provee a los médicos con reportes que listan los pacientes con más necesidad de servicios, con identificación de cuidados y recomendación de acciones, y 4) Un sistema que envía alertas por e-mail a los proveedores de atención de la salud sobre cuestiones de cuidado que requieren un seguimiento [7, 10, 20].

Diversos centros de investigación en el ámbito académico han dado soporte a variadas investigaciones en el área. Estas investigaciones han servido de base a variados proyectos actuales

cuyo objetivo es el poder brindar soporte en las diversas áreas de conocimiento médico y de manera integrada a la HCE.

## **Guidelines**

En 1990 el Institute of Medicine realizó una definición del término guidelines prácticas como “sentencias desarrolladas sistemáticamente para asistir a médicos y pacientes a tomar decisiones apropiadas sobre cuidados de salud para circunstancias clínicas específicas”. Las Guidelines Clínicas, también llamadas “Directrices Clínicas” intentan definir los pasos que se deberían llevar a cabo en el tratamiento de enfermedades específicas, sirviendo de guía y con el objetivo de reducir al mínimo la posibilidad de errores. Con su utilización se pretende lograr una estandarización de los métodos utilizados en los tratamientos médicos, ayudándolo a éste en la toma de decisiones sobre la atención adecuada de un paciente en condiciones específicas. La construcción de guidelines clínicas tiene como objetivo describir los pasos que se deben realizar en el tratamiento de enfermedades, dependiendo de las características propias de cada enfermedad. Sirven de guía al médico en el tratamiento de enfermedades, buscando reducir al mínimo la posibilidad de errores. Las guidelines clínicas convencionales se encuentran escritas en documentos de texto plano, los que muchas veces son de difícil acceso, y su aplicación compleja en momentos en que el paciente se encuentra en consulta médica. Actualmente, la existencia creciente de guías informatizadas permite no solamente evitar las ambigüedades propias del lenguaje de las convencionales, sino también la posibilidad de su inclusión en CDSS's [21, 22].

Existen diferentes proyectos de software con el objetivo de desarrollar lenguajes de representación de guías. El uso de un formato común de representación permiten obtener un repositorio compartido, evitando la duplicación de esfuerzos en aquellas instituciones que desean utilizar guías comunes, permitiendo que las modificaciones efectuadas puedan ser accedidas inmediatamente por todas las instituciones, y posibilitando además, la creación de herramientas que faciliten al médico el acceso de manera fácil y rápida al momento de necesitarlas.

Los lenguajes de modelado pueden clasificarse de acuerdo al nivel de integración con los flujos de trabajo de la organización y sistemas de información. Los lenguajes básicos soportan modelado de conocimiento relacionado a las guidelines, pero, además de tener la posibilidad de definir variables utilizadas en la codificación, no soportan modelado de datos orientado a facilitar la interconexión del modelo de guideline con un EHR (Electronic Health Record). Por otro lado, existen lenguajes que permiten la inclusión de un modelo de información del paciente. Un tercer nivel de integración considera el flujo de trabajo de actividades que se llevan a cabo en la configuración de la institución en la que se implementan, y ajustan el modelo de guideline con ese flujo de trabajo [23].

### **1) Sintaxis Arden**

La Sintaxis Arden tiene como objetivo representar el conocimiento clínico de forma estandarizada pero cuya lectura pueda ser realizada por un humano. Es un formalismo basado en reglas desarrollado para codificar reglas clínicas individuales. Surge de la necesidad de hacer portable y compartible el conocimiento existente en los sistemas de alertas y recordatorios, ya que el poder de éstos se encuentra en el conocimiento propiamente dicho. Su alcance se encuentra limitado a aquellas bases de conocimiento que pueden ser representadas como un conjunto de módulos discretos (módulos estos referidos como MLM's (Medical Logic Modules)). Entre las limitaciones de la Sintaxis Arden se encuentra la falta de un vocabulario estándar con el cual manejarse. La variabilidad existente en los esquemas de base de datos, terminología clínica, métodos de acceso a los datos y codificación del conocimiento clínico en las diferentes instituciones de salud hace que se

torne complejo el compartimiento de la información, por lo que las instituciones deben buscar formas de mapeo de sus vocabularios para lograr este cometido [24].

## 2) GLIF

GLIF (Guideline Interchange Format ) surge de la necesidad de desarrollar una representación común para las guidelines. Fue desarrollado de forma colaborativa entre grupos de las universidades de Columbia, Stanford, McGill y Harvard (InterMed Collaboratory ) en 1996. La versión 3 de GLIF surge en el año 2000 y se destaca por estar diseñada para permitir ejecución basada en computadora, requiriendo una definición más formal de los criterios de decisión, especificación de acciones y datos de pacientes. Esta nueva versión facilita el uso de vocabularios médicos estándar y la integración de guidelines en sistemas de información clínicos [25].

## 3) PROforma

PROforma surge a comienzos de los 90's y fue desarrollado por el laboratorio de computación avanzada del Departamento de Investigación Oncológica del Reino Unido (Advanced Computation Laboratory, Cancer Research). El proyecto del que surge el lenguaje de especificación PROforma tiene como objetivo el proveer un framework formal que permita formalizar el conocimiento médico contenido en las guidelines de manera que puedan serle útil al clínico en su trabajo diario a través de una computadora. PROforma combina las características de un lenguaje formal de especificaciones con las características de los lenguajes de representación de conocimiento como los desarrollados en Inteligencia Artificial. Este modelo describe las relaciones existentes entre acciones, decisiones, creencias, planes, objetivos y soluciones candidatas, y la inferencia y procesos que las vinculan. Dado un conjunto de creencias, un agente puede inferir metas y diferentes soluciones a las mismas. En caso de existir múltiples opciones, como pueden ser diagnósticos alternativos o tratamientos varios, el agente analiza los argumentos en pro y contra de cada una de las alternativas existentes, tomando una decisión en función de la validez de cada argumento. Existen diferentes aplicaciones realizadas en distintos dominios clínicos, entre los que se encuentran el sistema CAPSULE (Computer Aided Prescribing Using Logic Engineering ) como soporte para la prescripción de medicamentos, el sistema RAGS (Risk Assessment and Genetic Screening ), utilizado para la valoración de riesgos en Atención Primaria, advirtiendo sobre aquellos pacientes con posibilidad de encontrarse en riesgo de haber heredado diferentes enfermedades con predisposición genética. También se han desarrollado sistemas para la valoración de enfermedades crónicas, así como muchas otras útiles en entornos hospitalarios [26].

## 4) Asbru

El lenguaje para especificación de guidelines Asbru surge a través del proyecto Asgaard llevado a cabo en colaboración de la Universidad Tecnológica de Viena, Informática Médica de Stanford y el Centro de Investigación de Informática Médica Ben-Gurion de Israel. Asbru es un lenguaje formal interpretado por computadora orientado al tiempo que permite representar y anotar planes esqueletos durativos (estos planes son instanciados y redefinidos dinámicamente a través del tiempo) basados en la ontología de tareas específicas [27].

## 5) PRODIGY-3

El proyecto PRODIGY (Prescribing RatiOnally with Decision-support In Generalpractice studY ) fue realizado en el National Health Service, Reino Unido, con el objetivo de desarrollar un CDSS basado en guidelines. El proyecto constó de tres fases. La primera y segunda fase (PRODIGY, Y

PRODIGY 2) correspondieron al desarrollo y evaluación, creándose especificaciones para el comportamiento del sistema y representaciones de guidelines en computadora. Ambas fases fueron implementadas por vendedores de sistemas de Registro Electrónico de Pacientes (EPR) como módulos extendidos de los sistemas que ya poseían desarrollados. Se establece en las especificaciones la existencia de una guideline por diagnóstico, incluyendo las posibles situaciones del paciente con ese diagnóstico organizado en escenarios, cuya elección resulta en un conjunto de acciones posibles dependiendo de los registros en el EPR. En la fase 3 (PRODIGY 3) fue desarrollado inicialmente con el objetivo de crear un sistema basado en guidelines para controlar enfermedades crónicas en el área de atención primaria [28].

## **6) GLARE**

GLARE es un sistema independiente del dominio, desarrollado para adquirir, representar y ejecutar guidelines clínicas. Fue desarrollado por el Departamento de Informática de la Universidad del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro, Alessandria, Italia, en cooperación con el Laboratorio de Informática Clínica de la Universidad Azienda Ospedaliera, San Giovanni Battista, Torino, Italia [PT00]. GLARE posee una arquitectura modular, compuesta por cuatro módulos: 1) CG-KRM (maneja la representación interna de las guidelines clínicas, operando como servidor de conocimiento para los otros módulos.), 2) CGAM (Brinda una interface amigable a los médicos expertos, para que ingresen y describan las guidelines clínicas en el CG-KRM.), 3) CG-EM (Ejecuta una guideline para un paciente específico, tomando en cuenta los datos del paciente), y 4) CG-IM (Módulo de interface gráfica.) [29].

## **7) EON**

El proyecto EON desarrollado en la Universidad de Stanford fue financiado por la Biblioteca Nacional de Medicina para desarrollar una arquitectura basada en componentes para crear sistemas de soporte a las decisiones clínicas para el cuidado de pacientes basado en guidelines. EON se encuentra formado por un conjunto de componentes de software que deben ser embebidos en los sistemas de información clínica utilizados para realizar el ingreso y la visualización de los datos relacionados a los pacientes. Los componentes que conforman a EON no pueden ser ejecutados como sistemas standalone, pero sí pueden ser invocados por sistemas de información clínica en el momento apropiado. La arquitectura de EON facilita la incorporación de nuevos componentes como solucionadores de problemas. Por ejemplo, los desarrolladores pueden diseñar un nuevo solucionador que analice los registros electrónicos del paciente de manera retrospectiva para determinar si el tratamiento que se suministró en el pasado seguía el protocolo establecido para tal fin [7].

## **8) SAGE**

SAGE fue un proyecto de 5 años (2002-2006) llevado a cabo en la Universidad de Stanford, con el objetivo de desarrollar tecnologías que permitieran al experto médico crear y codificar guidelines clínicas en un formato estándar, computable, permitiendo además que las diferentes organizaciones de salud a lo largo de EEUU pudieran implementar sus propias guidelines de manera sencilla en cualquier sistema de información clínica. Entre las interacciones esperadas entre el motor de guidelines de SAGE y un sistema de información sanitaria se encuentran las alertas o recordatorio a los médicos, obtener y evaluar información clínica de un paciente, ó realizar una actualización de la historia clínica del paciente de acuerdo a guidelines. Este proyecto propone que los médicos no tengan que interactuar directamente con SAGE, sino que reciban las guías a través de funciones provistas en el sistema de información sanitario que utilicen [30].

Si clasificamos a los diferentes lenguajes de modelado de guidelines en función del nivel de soporte para la integración de estas con el flujo de trabajo de las organizaciones y sus sistemas de información podemos agrupar a la Sintaxis Arden, Asbru y PROforma dentro del grupo de lenguajes básicos que soportan modelado de guidelines, pero que no soportan modelado de datos orientado a facilitar la interconexión del modelo de datos con un EHR. Dentro de un segundo nivel de integración tenemos a los lenguajes que incluyen un modelo de información del paciente. En este nivel se encuentran GLIF3, PRODIGY, GLARE, EON y SAGE, que poseen un modelo para representar datos de los pacientes, y herramientas que permiten efectuar mapeos a esquemas de los EHR para la obtención de datos relevantes de los pacientes. Como tercer nivel de integración se considera el flujo de trabajo de actividades que se realizan en el seteo de la institución donde se realiza la implementación, y ajustan el modelo de guideline a este flujo de trabajo. SAGE se encuentra dentro de este nivel de integración. La posibilidad de integración de los modelos a los EHR existentes en las diferentes organizaciones de salud está dada en función de la posibilidad de interoperabilidad que estos posean. En función de este objetivo, diferentes proyectos de construcción de lenguajes de modelado y sistemas EHR integran el protocolo HL7 como estándar para intercambio de datos. Así como la interoperabilidad entre esos sistemas puede realizarse a través del uso de un estándar de comunicación, también es un objetivo no logrado aún el crear un modelo de guidelines estándar.

## Conclusiones

En la actualidad existen diferentes herramientas y metodologías que permiten construir sistemas de bases de conocimiento para ser utilizadas en los CDSS's. Generalmente, los CDSS's trabajan con un modelo (ontología) común sobre el que basan todas las bases de conocimiento de protocolos clínicos utilizadas por el sistema, a través del cual se especifican los conceptos necesarios para definir los protocolos clínicos en determinada área de la medicina [3, 4].

El uso de ontologías en las diferentes áreas del conocimiento hoy en día se ha vuelto común; la necesidad de interoperabilidad semántica del conocimiento existente ha hecho de éstas, una base de desarrollo común para la comunicación del saber. Actualmente se pueden manipular vocabularios estructurados como Snomed y Loinc, entre otros, así como también con el conjunto de estándares para el intercambio electrónico de información médica HL7, formando parte de estas ontologías médicas [1, 8, 10].

Actualmente es poco habitual ver instituciones médicas desprovistas de algún tipo de sistemas de información que le permita gestionar sus actos médicos y financieros (en mayor o menor medida cuentan con ellos). Cada vez son más las instituciones que ven en los HIS (Health Information System) el soporte necesario para la búsqueda de calidad asistencial. Esta calidad se percibe en una buena atención clínica reactiva y proactiva. Los CDSS's no solamente pueden verse como sistemas que nos apoyan en la toma de decisiones para establecer un diagnóstico, protocolos clínicos que se deben activar ante dicho diagnóstico, medicación y/o procedimientos a prescribirse a un paciente, sino que también deben verse como un soporte para la prevención de enfermedades. En la Argentina existe un reducido número de instituciones de salud abocadas a la investigación y producción de CDSS's orientados a sugerencias diagnósticas específicamente, pero sí existen diversas instituciones poseedoras de sistemas de soporte a las decisiones que se encuentran embebidos formando parte de sistemas de ingreso de órdenes médicas (CPOE - Computerized Physician Order Entry), que incluyen diferentes tipos de alertas, como por ejemplo, interacciones medicamentosas, y alergias, entre otras.



## Referencias

- [1] Asociación Civil HL7 Argentina, Curso de HL7 abierto a la comunidad iberoamericana - Unidad 1 - 2008.
- [2] Berner, Eta S., EdD, Maisiak, Richard S. PhD MSPH, Heudebert , Gustavo R. MD y Young, Jr., K. Randall, MD, Clinician performance and prominence of diagnoses displayed by a clinical diagnostic decision support system, AMIA 2003 Symposium Proceedings – 2003.
- [3] Berner Eta S., Clinical decision support - theory and practice - second edition, Springer, 2007.
- [4] Greenes, Robert A., Clinical Decision Support: The Road Ahead, Academic Press – 2006
- [5] Kong, Guilan, Xu, Dong-Ling y Yang, Jian-Bo, Clinical decision support systems: A review on knowledge representation and inference under uncertainties - 2008.
- [6] Miller, Randolph A., MD, McNeil, Melissa A., MD, Challinor, Sue M. MD; Masarie Jr, Fred E. MD y Myers , Jack D. MD, The internist-1/quick medical reference project status report, TheWestern Journal of Medicine – 1986.
- [7] Musen, Mark A., Shahar , Yuval, Shortliffe Edward H., Clinical decision-support systems, Chapter 16 in Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine – 2000
- [8] Noy, Natalya F. y McGuinness, Deborah L., Ontology development 101: A guide to creating your first ontology, Stanford University - 2001.
- [9] Power, D.J., A brief history of decision support systems, DSSResources.COM - 2007.
- [10] Tu, Samson W., The EON guideline model - 2006.
- [11] Gachet, A., A framework for developing distributed cooperative decision support systems - inception phase. Informing Science Challenges to Informing Clients: A Transdisciplinary Approach - 2001.
- [12] Power, D., What is alter's dss taxonomy?, DSSResources.com - 2008.
- [13] Power, D. J., Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers, DSSResources.COM - 2000.
- [14] Druzdzel , Marek, R. F., Decision support systems - Capítulo 1. Encyclopedia of Library and Information Science, Second Edition - 2002.
- [15] Miller, Randolph, A. G., Diagnostic decision support systems. Clinical Decision Support - Theory and Practice - Second Edition - Capítulo 5 - 2007.
- [16] Buchanan, Bruce, E. F., Dendral and meta-dendral: Their applications dimension. Computer Science Department, School of Humanities and Sciences, Stanford University - 1978.
- [17] Russell, Stuart, P. N., Artificial Intelligence: A Modern Approach – Second Edition - Capítulo 1. Prentice Hall - 2002.
- [18] Huff, Stanley, P. H., L. S. R. D. A. P., Help the next generation: A new client-server architecture. Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care - 1994.
- [19] Buchanan, Bruce G., E. H. S. Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Addison Wesley – 1984.
- [20] Kawamoto , Kensaku, D. L. Design, implementation, use, and preliminary evaluation of Sebastian, a standards-based web service for clinical decision support, AMIA Symposium Proceedings - 2005.
- [21] Field, Marilyn, K. L. E., Clinical Practice Guidelines: Directions for a New Program. Institute of Medicine. National Academy Press - 1990.

- [22] Votruba, Peter, Silvia Miksch, R. K., Linking clinical guidelines with formal representations. Artificial Intelligence in Medicine, 9th Conference on Artificial Intelligence in Medicine in Europe, AIME 2003, Protaras, Cyprus - 2003
- [23] Peleg, M., Clinical decision support, The road ahead - capítulo 13: Guidelines and workflow models. Elsevier – 2007.
- [24] Fehre, Karsten, Harald Mandl, K.-P. A., Service-oriented Arden-Syntax based clinical decision support. AMIA 2010 Annual Symposium - 2009.
- [25] Ohno, Lucila, Gennari, John, S. M. y. otros. The guideline interchange format: A model for representing guidelines. Jamia – 1998.
- [26] Bury, J., J. Fox, D. S., The Proforma guideline specification language: progress and prospects. Studies in Health Technology and Informatics 83 – 2001.
- [27] Miksch, Silvia, Shahar, Yuval, P. J., Asbru: A task-specific, intentionbased, and time-oriented language for representing skeletal plans. 7th Workshop on Knowledge Engineering: Methods and Languages - 1997.
- [28] Johnson, Peter, Tu, Samson, N. B. B. S. I. P., Using scenarios in chronic disease management guidelines for primary care. AMIA 2000 Symposium Proceedings - 2000.
- [29] Terenziani, Paolo, Montani, Stefania, A. B. y otros., Applying artificial intelligence to clinical guidelines: the glare approach. 8th Congress of the Italian Association for Artificial Intelligence - 2003.
- [30] <http://sage.wherever.org/>, SAGE, Stanford University - 2006.

**Datos de Contacto:**

*María Elizabeth Silva Layes. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial Concordia. Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Entre Ríos. Dirección postal: Monseñor Tavella 1424, (3200) Concordia, Entre Ríos, Argentina. mail: elizabeth.silva@gmail*

*Marcelo A. Falappa. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur. Dirección postal: Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina. mail: mfalappa@cs.uns.edu.ar*

*Guillermo R. Simari. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur. Dirección postal: Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina. mail: grs@cs.uns.edu.ar*