

Tipo de artículo: Artículo original  
Temática: Inteligencia Artificial  
Recibido: 11/02/2016 | Aceptado: 23/09/2016

## **Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional**

### *Computational model for recommending surgical work teams combining organizational intelligence techniques*

José Felipe Ramírez Pérez<sup>1\*</sup>, Maikel Leyva Vázquez<sup>2</sup>, Maylevis Morejón Valdes<sup>1</sup>, Daniel Olivera Fajardo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños, Km 2.5, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP: 19370. {jframirez, mmvaldes}@uci.cu

<sup>2</sup> Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador. mleyvaz@gmail.com

<sup>3</sup> Hospital Provincial Dr. Gustavo Aldereguía Lima, Cienfuegos. Cuba. dof@gal.sld.cu

\* Autor para correspondencia: [jframirez@uci.cu](mailto:jframirez@uci.cu)

---

#### **Resumen**

En la actualidad, el trabajo en equipo constituye un factor de vital importancia en el desarrollo de disímiles actividades. En el sector de la salud y en los servicios quirúrgicos existen estudios que avalan la importancia del trabajo en equipo como mecanismo determinante para aumentar el rendimiento y mejorar la seguridad del paciente. Con el progreso de la industria informática existen enfoques y herramientas que combinan la gestión de flujos de procesos de negocio con el análisis de redes sociales, lo cual permite inferir redes de interacción profesional y mejorar el proceso de toma de decisiones. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron diversos métodos científicos, tales como el análisis documental, la entrevista, la encuesta, el criterio de expertos, la técnica Iadov para medir satisfacción y el grupo focal. El objetivo de la presente investigación es desarrollar un modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico en sistemas de información en salud, combinando técnicas de inteligencia organizacional, que contribuya a mejorar la gestión de información como soporte para la toma de decisiones administrativas, en función de proveerle un servicio de calidad al paciente. Como resultado se obtiene un modelo computacional que combina complementos del análisis de redes sociales y métricas de la minería de procesos, para recomendar equipos de trabajo quirúrgicos efectivos y altamente integrados. El proceso de validación permitió constatar la pertinencia y aplicabilidad de la propuesta de solución.

**Palabras clave:** análisis de redes sociales, minería de procesos, toma de decisiones, trabajo en equipo, salud

## **Abstract**

*Currently the teamwork constitutes a vital importance factor in the development of dissimilar activities. Some studies in health sector and surgical services support the importance of teamwork as a determinant mechanism to enhance performance and to improve patient's safety. The progress of the Informatics industry has influenced in different approaches and tools that combine the business process flow management with the Social Network Analysis. These approaches allow us to infer professional interaction networks and improve the decision-making process. Several scientific methods are used for research development, such as document analysis, interviews, survey, expert's criteria, focus group and Iadov technique to measure satisfaction. The objective of this research is to develop a computational model for recommending surgical work teams in health information systems, by combining organizational intelligence techniques. It contributes to improve the information management like support for decision-making by administrative personnel, in order to provide a quality service to the patient. The result obtained is a computational model that combines complements of the social network analysis and metrics of the process mining to recommend effective and highly integrated surgical work teams. The validation process allows confirming the pertinence and applicability of the proposed solution.*

**Keywords:** *decision making, health, process mining, social network analysis, teamwork*

---

## **Introducción**

Tomar decisiones es una actividad que se realiza de manera natural en la vida diaria de las personas. Frecuentemente se enfrentan situaciones en las que se debe decidir entre algunas alternativas u opciones. Esta actividad humana es fundamental y puede ser determinante en muchas esferas de la vida y de las organizaciones. Con el crecimiento del universo digital, se hace más complejo cada día la manera en que se toman las decisiones en las instituciones, y cómo estas impactan en procedimientos como la conformación de equipos de trabajo (van der Aalst, 2011). Hoy en día se hace muy difícil analizar por las vías tradicionales todos los elementos que influyen en una correcta toma de decisiones, para la selección de un equipo de trabajo efectivo e integrado.

En el área de la salud una acertada toma de decisiones es muy importante en función de brindar un servicio de calidad al paciente (Mitchell et al., 2012; Forrellat, 2014). En los servicios quirúrgicos la toma de decisiones influye directamente en la consecución de equipos de trabajo, los cuales son un elemento determinante para aumentar el desempeño en cirugía (Hull y Sevdalis, 2015; Valentine et al., 2015). Además, influye en la reducción de los costos y en el aumento de la productividad, una exigencia cada vez mayor a nivel mundial por parte de las organizaciones de salud, tales como los hospitales y los centros especializados de atención médica (van Doremalen, 2012).

En los EEUU, los errores quirúrgicos prevenibles, asociados al mal funcionamiento de los equipos de trabajo quirúrgico, causan anualmente entre 210 000 y 440 000 decesos. Ello constituye la tercera causa de muerte en dicho país, con gastos superiores a los 225 billones de dólares (Yoon et al., 2014). Asimismo, según datos publicados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se calcula que, de los efectos adversos producidos en los hospitales, alrededor del 40% están relacionados con procedimientos quirúrgicos. Anualmente una de cada diez personas sufre lesiones discapacitantes o muere por prácticas clínicas inseguras. Además, en no pocos países los gastos superan los 29 000 millones de dólares (García, 2013; Barón et al., 2015).

De la revisión de artículos e investigaciones realizadas sobre la Gestión de Recursos Humanos (GRH), se detectó que tal situación, en el proceso de selección de equipos de trabajo, ha sido resuelta parcialmente en otros contextos. Ello es posible a partir de la aplicación de técnicas de inteligencia organizacional, identificándose como tendencia dentro de esta disciplina la utilización de análisis de redes sociales (ARS) y minería de procesos.

El ARS es una metodología novedosa y ampliamente utilizada. Brinda una colección de métodos y herramientas que permiten estudiar las relaciones humanas y predecir comportamientos, en función de inferir redes de interacción social para apoyar el proceso de toma de decisiones (Borgatti et al., 2011; De Nooy et al., 2011). Su fácil entendimiento y uso, así como las potentes herramientas que contiene con propósitos sociométricos, ha hecho posible su rápida expansión y adopción a nivel internacional (Kadushin, 2012; Leinhardt, 2013).

Estudios demuestran que el ARS en el sector de la salud es un enfoque en creciente utilización (Álvarez et al., 2013) y ha tenido resultados positivos en su aplicación. Según Meltzer en 2010, el ARS provee principios y métricas para el diseño de equipos de trabajo en salud más efectivos que mejoren la calidad de la atención médica. Chambers en 2012 aborda que el ARS ha sido ampliamente utilizado para ayudar a mejorar la eficacia y la eficiencia de los procesos de toma de decisiones, llegando a incidir positivamente su aplicación en el sector de la salud. Asimismo, Desikan en 2013 refiere que su uso para el entendimiento de las relaciones sociales entre individuos en la atención médica, es un enfoque innovador. Wang en 2014 añade que el ARS tiene la capacidad para explorar las situaciones que conducen a una asistencia sanitaria eficiente y eficaz.

Por otra parte, la minería de procesos es una disciplina de investigación relativamente joven. Su análisis se centra en descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales de una organización a través de la extracción de conocimiento de los registros de eventos disponibles en los sistemas de información (van der Aalst et al., 2011), posibilitando entender cómo son ejecutados en realidad los procesos por las organizaciones (Bratosin, 2011; van Doremalen, 2012). Su utilización en el sector de la salud constituye un enfoque moderno y recomendable (Rebuge y Ferreira, 2012), aportando

excelentes e interesantes resultados. Ha sido aplicado en diversas áreas como cuidados intensivos (Lybeshari, 2012), oncología y ginecología (van Doremalen, 2012) y urología (van Doremalen, 2012).

En la última década se han presentado diversos modelos que guían el proceso de selección de personal y/o equipos de trabajo. Los principales modelos estudiados son los realizados por Gómez Mejía en 2003, Ayala en 2004, Chiavenato en 2007, André en 2009 y Arza en 2012. En el análisis realizado se constata que los modelos fundamentan su selección a partir de elementos técnicos y psicológicos que influyen en el éxito del funcionamiento del equipo o del área donde son seleccionados.

Aun cuando las investigaciones anteriores abren una puerta a su aplicación en el sector de la salud, se evidencia un vacío teórico respecto a elementos que no son tenidos en cuenta en tales modelos para dicho ámbito de aplicación. Es por ello que todavía persisten los problemas y las estadísticas poco favorables respecto al funcionamiento de los equipos quirúrgicos, aún no resueltas en las instituciones médicas. Tales elementos tienen una incidencia relevante en la selección de los equipos de trabajo desde sistemas de información en salud (SIS), que mejoren la efectividad en la conformación de los equipos. Para ello se propone la integración de habilidades técnicas, desempeño profesional, habilidades no técnicas, características psicológicas, carga de trabajo y sinergia del personal asistencial, teniendo en cuenta las características particulares de este ámbito de aplicación.

A partir de los elementos abordados anteriormente, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo computacional (MOSES) para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico en SIS, combinando técnicas de inteligencia organizacional, que contribuya a mejorar la efectividad en la conformación de los equipos, en función de proveerle un servicio de calidad al paciente.

## **Materiales y métodos**

El presente estudio fue realizado en el periodo comprendido entre septiembre de 2014 a diciembre de 2015, en el Hospital Provincial Dr. Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos, Cuba. Para la realización de la investigación se aplicaron diversos métodos científicos como la entrevista, el análisis documental y el grupo focal.

El desarrollo de la investigación estuvo compuesto por cuatro fases, el estudio de los principales referentes teóricos, la realización de entrevistas y grupos focales al personal asistencial del servicio de cirugía y departamento de psicología del citado hospital, el desarrollo del modelo computacional y la validación del mismo. La vinculación con el Hospital Provincial Dr. Gustavo Aldereguía Lima resultó de vital importancia, así como el intercambio con los especialistas de

la salud y el escenario quirúrgico para ajustar el modelo desarrollado. En todo momento cooperaron, tanto en las entrevistas llevadas a cabo como en los grupos focales realizados para ajustar los aspectos teóricos medulares de la investigación.

El modelo computacional desarrollado para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional, se muestra en la Figura 1.

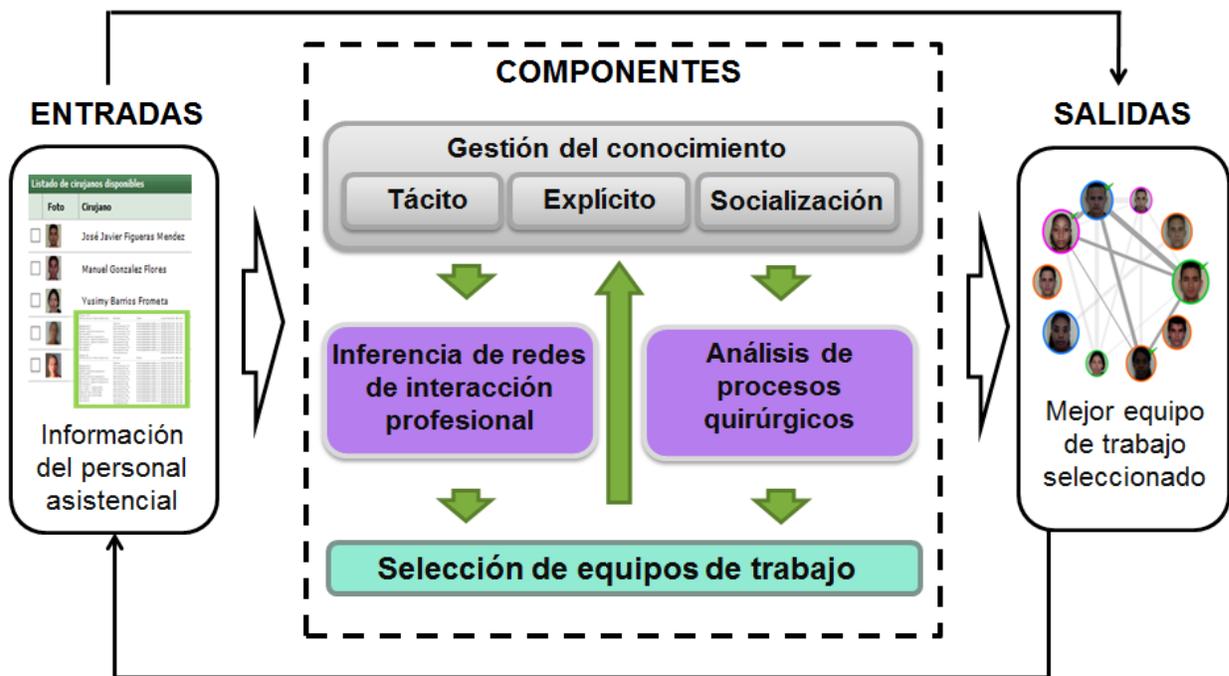


Figura 1. Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional. Fuente: elaboración propia.

Los principios del modelo son:

- a) **Modelación de la información a partir de una red social**, permitiendo la representación de habilidades técnicas y no técnicas del personal; así como características compartidas para el trabajo en equipo.
- b) **Utilización de medidas de ponderación** para garantizar la flexibilidad del modelo en la recomendación realizada a partir de disímiles criterios a través del tamaño de los nodos y el grosor de las aristas.
- c) **Utilización de algoritmos voraces** para seleccionar los equipos de trabajo en función de los criterios definidos.
- d) **La recomendación se expresa de forma gráfica**, mediante la señalización de los nodos y aristas, de manera intuitiva para un mayor entendimiento por parte de los decisores, no expertos en las nuevas tecnologías.

La relación entre los diferentes componentes del modelo se establece a partir de la información que se define como entrada, salida y funcionamiento en cada uno de ellos. En esa relación se instrumenta el procedimiento general que guía la aplicación del modelo en SIS.

Los componentes del modelo son:

- a) **Gestión del conocimiento:** se gestiona computacionalmente todo el conocimiento tácito y explícito relacionado a las habilidades técnicas, desempeño profesional, habilidades no técnicas, características psicológicas, carga de trabajo y sinergia del personal asistencial. Los sistemas de información no cubren todas las expectativas de la información que necesita MOSES para funcionar correctamente. Por tanto, el componente brinda un marco de trabajo para gestionar la información que se considera imprescindible para la toma de decisiones. Ver Figura 2.

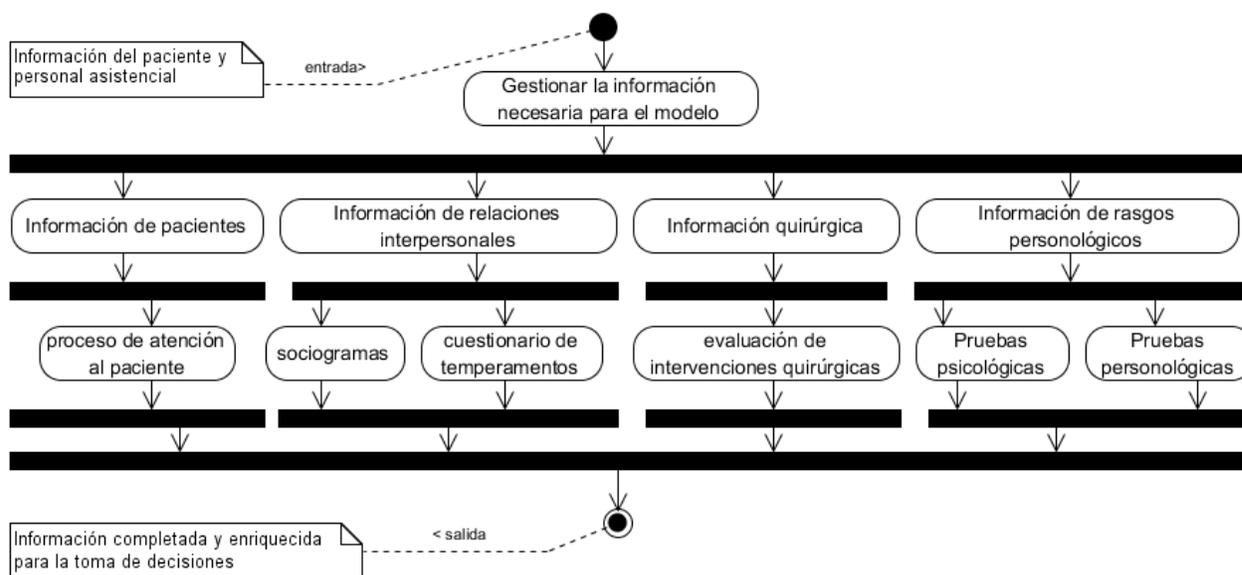


Figura 2. Estrategia de gestión del conocimiento del modelo MOSES. Fuente: elaboración propia.

**Entrada:** datos primarios del Sistema de Información en Salud. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Información a gestionar como parte del componente de gestión del conocimiento. Fuente: elaboración propia.

Categoría	Descripción	Documento clínico utilizado	Información a gestionar (datos primarios)
Explícita	Incrementa la eficiencia organizacional, codificando y rehusando el conocimiento a través de	Historia clínica electrónica	Tipo de pacientes / padecimientos
		Solicitud de intervención quirúrgica	Diagnósticos, procedimientos, tiempos planificados, equipos planificados

	las tecnologías de la información	Hoja de anestesia	Complicaciones operatorias, evolución médica.
		Nota operatoria	Procedimientos operados con efectividad / tiempos de intervención de los mismos
		Actas del comité de evaluaciones de intervenciones quirúrgicas	Equipos de trabajos más repetidos / Efectividad de los mismos
		Reportes estadísticos	Operaciones realizadas / efectividad en las mismas
Tácita	Toma un enfoque de personalización donde el conocimiento es comunicado a través del contacto persona a persona	Sociogramas	Relaciones interpersonales
		Entrevistas	Gustos e intereses
		Pruebas psicológicas aplicadas	Habilidades técnicas y competencias blandas (frustración, atención, ansiedad, inteligencia, temperamento, estrés, toma de decisiones, memoria, comunicación, personalidad)
Socialización del conocimiento	Permite la representación simplificada de la realidad para un mayor entendimiento	Modelos de procesos generados	Empleo de tiempo Empleo de recursos Actividades realizadas en común Operaciones realizadas en común

**Salida:** información ordenada y concisa asociada a los datos necesarios para una correcta toma de decisiones según (1). La información de todos los especialistas se almacena en una matriz, donde las filas representan los especialistas y las columnas sus atributos. En la intersección se almacena  $E_{j,t}$  valor del atributo  $t$  para el especialista  $j$ .

$$\begin{matrix} & E_1 & E_2 & \dots & E_p \\ \begin{matrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & \dots & E_{1,p} \\ E_{2,1} & E_{2,2} & \dots & E_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ E_{m,1} & E_{m,2} & \dots & E_{m,p} \end{pmatrix} & \text{Donde } p > 0 \text{ y } m > 0 & (1)
 \end{matrix}$$

b) **Inferencia de redes de interacción profesional:** Se aplican un conjunto de métricas del ARS (centralidad, casos en común, actividades similares y causalidad) para la inferencia de redes de interacción profesional, a partir del conocimiento gestionado. Ello permite interrelacionar los miembros de un mismo servicio quirúrgico, teniendo en cuenta además las tendencias y comportamientos evidenciados en los datos históricos almacenados.

**Entrada:** información asociada a los datos necesarios para una correcta toma de decisiones según (1).

**Salida:** red de interacción profesional inferida según (1), filtrada y enriquecida a partir de la aplicación de un conjunto de algoritmos. En la Figura 3 se muestra la red de interacción profesional inferida y los algoritmos implementados que permiten la visualización de los especialistas y sus relaciones.

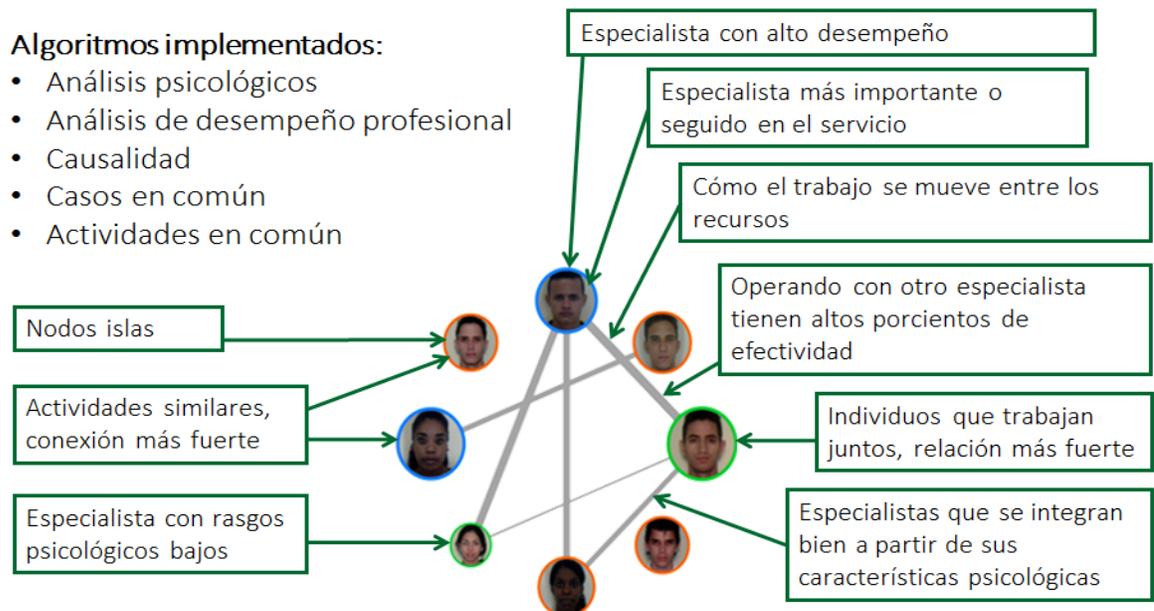


Figura 31. Red de interacción profesional inferida a partir de los algoritmos implementados. Fuente: elaboración propia.

c) **Análisis de procesos quirúrgicos:** permite analizar el proceso de Atención al paciente quirúrgico con el objetivo de propiciar mecanismos para una gestión más completa del personal asistencial. Los análisis determinan tendencias y comportamientos del personal asistencial para corroborar con la información resultante del componente anterior y mejorar las decisiones. Coexisten un subcomponente de extracción de registro de eventos y de análisis de procesos quirúrgicos que apoyan el proceso de toma de decisiones. El funcionamiento de los subcomponentes se fundamentan en un procedimiento para el análisis de procesos quirúrgicos (Ver Figura 4 y 5).

**Entrada:** información diversa del proceso de atención al paciente quirúrgico (registro de eventos)

**Salida:** modelado y análisis de procesos quirúrgicos desde una perspectiva organizacional (modelos de procesos)

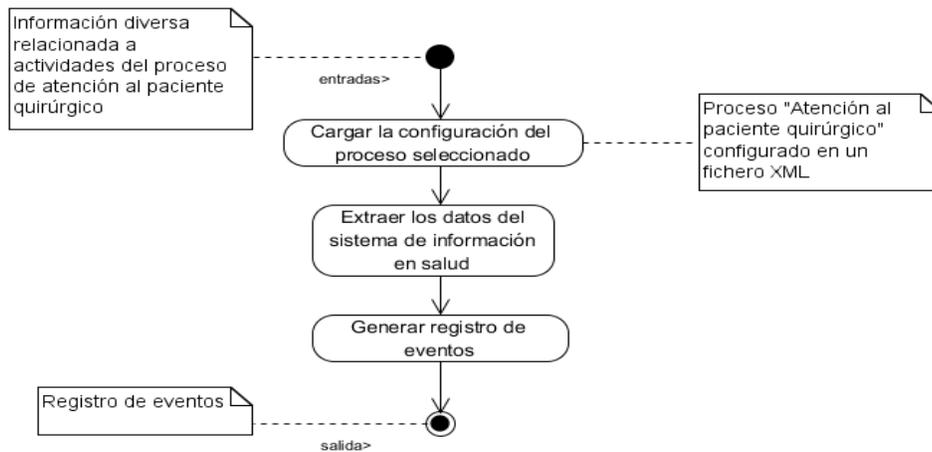


Figura 4. Procedimiento para el análisis de procesos quirúrgicos: Extracción de registro de eventos. Fuente: elaboración propia.

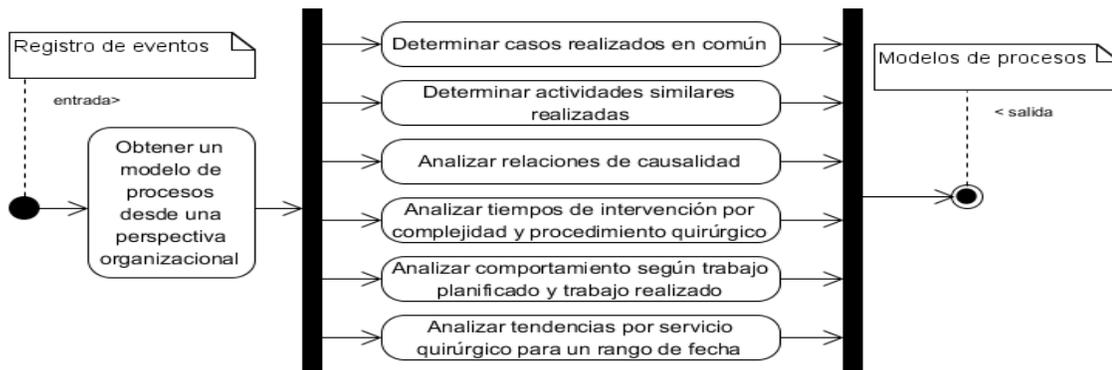


Figura 5. Esquema de la fase 2: Modelación y análisis de procesos quirúrgicos. Fuente: elaboración propia.

d) **Selección de equipos de trabajo:** permite la selección de los equipos de trabajo quirúrgico. Ello posibilita especializar la selección dada por el modelo, así como establecer un equilibrio para que siempre se escojan las personas adecuadas como parte de un equipo que pueda hacer eficientemente la operación con la menor ocurrencia de riesgo para el paciente. La selección se realiza como se muestra en la Figura 6.

**Entrada:** red de interacción profesional inferida según (1) e información de los modelos de procesos generados.

**Salida:** mejor equipo de trabajo quirúrgico seleccionado de acuerdo a los análisis efectuados según (2), teniendo en cuenta elementos asociados al trabajo en equipo (sinergia), evidenciados visualmente en la recomendación.

Para el proceso de selección  $S_n$  sería un especialista seleccionado de acuerdo a sus habilidades técnicas y desempeño y  $r$  representaría las habilidades no técnicas y características psicológicas deseadas en la intervención:

$$S_n^r = \{e_{1_n}^r, e_{2_n}^r, \dots, e_{q_n}^r\}; 1 \leq n \leq 3, r > 0, r \in \mathbb{N} \quad (2)$$

**Selección de equipos de trabajo:**

**Aplicación de condicionales:**

- Complejidad quirúrgica: alta
- Super-especialización: trasplante de hígado

**Leyenda**

- Cirujano
- Ayudante
- Anestesiólogo
- Enfermero

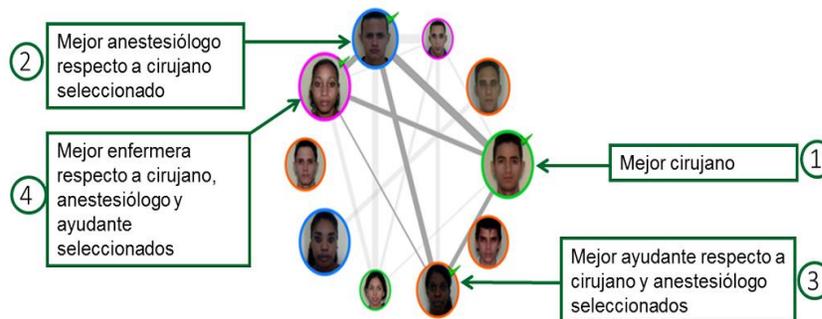


Figura 6. Selección realizada por el componente de selección de equipos de trabajo. Fuente: elaboración propia

Se desarrolló un algoritmo de tipo voraz para seleccionar los equipos de trabajo quirúrgico. La elección se fundamenta en las características del algoritmo y del contexto de salud que se analiza, las cuales se detallan a continuación (Binev et al., 2011):

- Solución a un problema de optimización. Se desea seleccionar el mejor equipo de trabajo quirúrgico, a partir del personal disponible y de un conjunto de condicionales existentes (complejidad y procedimiento quirúrgico de la intervención quirúrgica), que impacte en el aumento de la efectividad de las intervenciones quirúrgicas.
- Necesidad de obtener siempre, o en los casos que sea posible, una solución general óptima.
- Facilidad en el diseño del algoritmo, comprobación de su funcionamiento y efectividad de la solución dada.
- Rapidez y eficiencia en la obtención de una solución, teniendo una complejidad computacional baja. No se conocen servicios quirúrgicos con más de 100 especialistas en su plantilla, para lo cual el algoritmo mantiene la rapidez en la obtención de la solución, luego de probado.
- Tratamiento con simplicidad por parte del algoritmo de los especialistas con sus características, en función de seleccionar un equipo de trabajo quirúrgico efectivo y sinérgico.

## Resultados y discusión

Se desarrolló una herramienta informática como instanciación del modelo para la selección de equipos de trabajo quirúrgico, como se muestra en la Figura 7.

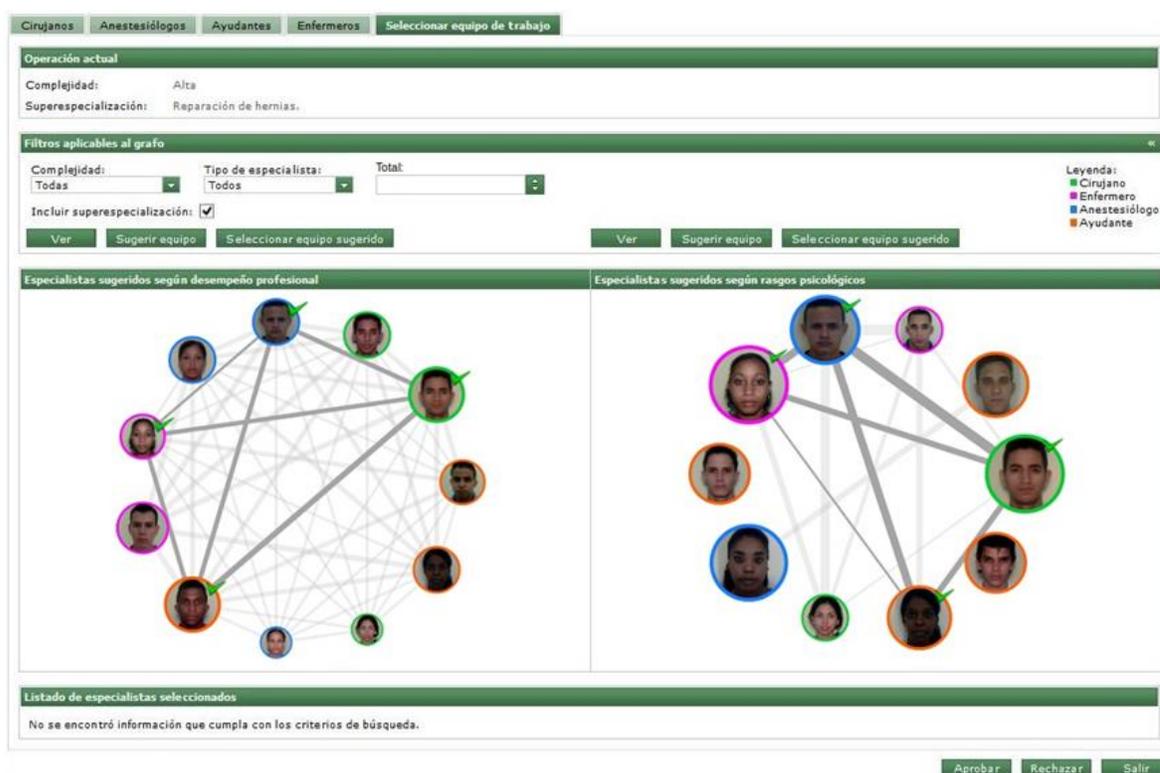


Figura 7. Herramienta informática para la selección de equipos de trabajo quirúrgico. Fuente: elaboración propia.

Asociada a la herramienta informática, se implementaron un conjunto de funcionalidades que permiten la gestión del desempeño profesional, las habilidades técnicas, no técnicas, características psicológicas y carga de trabajo del personal asistencial, así como la sinergia de los equipos de trabajo conformados, permitiendo la retroalimentación del modelo MOSES. La herramienta informática permite al jefe de servicio seleccionar el personal que intervendrá en determinada intervención quirúrgica. Muestra una red de interacción profesional donde los nodos representan a los especialistas y las aristas las relaciones que se establecen entre ellos.

### **Análisis de los resultados obtenidos:**

Se tuvo en cuenta criterios de 24 expertos del servicio de cirugía general de la entidad cienfueguera. Los resultados fueron procesados mediante la escala Likert. Con esta técnica son calculados los porcentos de concordancia de los expertos con cada una de las posibles respuestas para los planteamientos formulados. Luego se calcula un índice porcentual que integra en un solo valor la aceptación de cada planteamiento por los evaluadores. Para los indicadores,

en todos los casos, se obtuvo un índice porcentual de concordancia superior a 80, lo que se consideran resultados satisfactorios, como se muestra en la Figura 8.

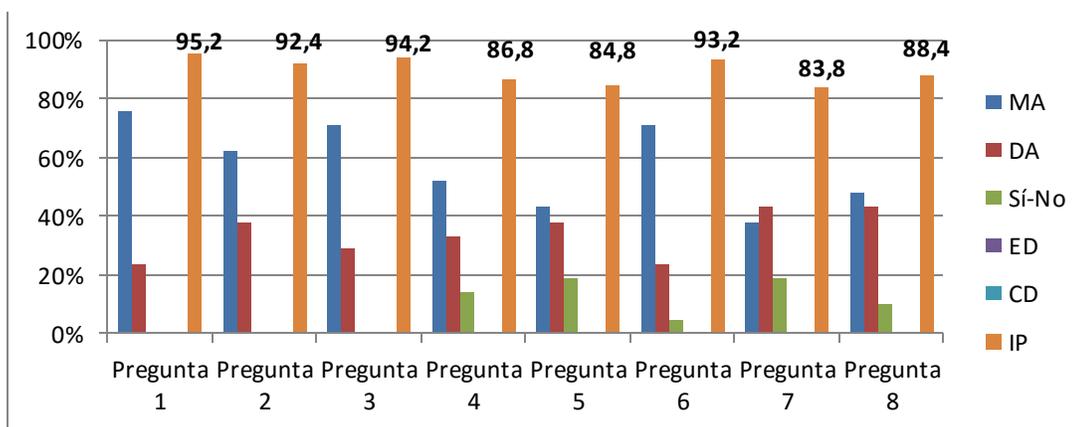


Figura 8. Índice porcentual de concordancia de los expertos. Fuente: Elaboración propia.

Para comprobar que con la utilización del modelo MOSES, se mejora la efectividad en la selección de los equipos de trabajo quirúrgico, fue realizado un experimento. Se aplicó a las intervenciones quirúrgicas realizadas en los meses de julio a noviembre de 2015. Para su realización solo se incidió en que el jefe de servicio realizara el proceso de gestión del personal y posterior selección de los equipos de trabajo quirúrgico mediante la utilización de la herramienta informática para obtener toda la información necesaria. Pasado el periodo de experimentación, se generó un registro de eventos a partir del componente de análisis de procesos quirúrgicos. A partir de su análisis se concluyó:

- El 98% de los pacientes atendidos por equipos de trabajo seleccionados, haciendo uso del modelo, tuvo un diagnóstico correcto, operación justificada y suficiente. Ningún paciente falleció.
- Los equipos seleccionados por el jefe de servicio demostraron tener una adecuada sinergia.
- Los tiempos de intervención por procedimiento fueron adecuados, de acuerdo al tiempo estipulado.

En la Tabla 2 se presenta el resumen estadístico de los resultados arrojados durante la aplicación del experimento:

Tabla 2. Resumen estadístico de la aplicación del método cuasiexperimento. Fuente: elaboración propia.

Meses	Intervenciones quirúrgicas efectuadas (Servicio de Cirugía General) 2015					
	Grupo de control			Grupo experimental		
	Total de intervenciones quirúrgicas	Cantidad de intervenciones satisfactorias	Cantidad de intervenciones no satisfactorias	Total de intervenciones quirúrgicas	Cantidad de intervenciones satisfactorias	Cantidad de intervenciones no satisfactorias
Julio	191	185	6	144	142	2
Agosto	136	129	7	158	155	3

Septiembre	206	203	3	201	200	1
Octubre	222	217	5	183	183	0
Noviembre	202	194	8	196	193	3

Se aplicó la prueba de normalidad Shapiro Wilk. El valor  $p > 0.05$ , lo que indica que no existe problema con la normalidad de los datos. Posteriormente se aplicó la prueba estadística paramétrica t-student, con el objetivo de comparar dos muestras, para comprobar si los resultados dados son estadísticamente significativos.

Se aplicó inicialmente a la cantidad de intervenciones satisfactorias, donde el valor  $p = 0.5745$ . Como el valor  $p > 0.5$  no se rechaza la  $H_0$ , no existiendo diferencias estadísticamente significativas en las muestras. Posteriormente, se aplicó a la cantidad de intervenciones no satisfactorias, donde el valor  $p = 0.0049$ . Como el valor  $p < 0.5$  se rechaza la  $H_0$ , demostrándose la existencia de diferencias estadísticamente significativas en las muestras comparadas.

El análisis estadístico anterior permite concluir que el modelo MOSES mejora la efectividad en la selección de equipos de trabajo quirúrgico, si bien se evidencia una disminución en la ocurrencia de intervenciones quirúrgicas no satisfactorias. Además, se disminuyó hasta tres horas el tiempo empleado para la realización de tales procedimientos. Ello se debe a la complejidad en la gestión de tantas variables para una correcta, confiable y rápida toma de decisiones. Además, se realizó por medio de una herramienta informática, ahorrando recursos humanos y materiales.

## Conclusiones

La caracterización del proceso de gestión y selección de equipos de trabajo quirúrgico en el SNS cubano, constituyó la base teórica del modelo computacional desarrollado por el autor para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico en SIS, combinando técnicas de inteligencia organizacional, tales como el ARS y la minería de procesos.

En el análisis documental realizado se constata un vacío teórico respecto a la existencia de modelos que permitan seleccionar equipos de trabajo en el sector de la salud. Aún se considera insuficiente la utilización de la información y el conocimiento para apoyar la toma de decisiones.

El ARS en el sector de la salud constituye una tecnología novedosa. Con su utilización se pueden conformar equipos de trabajo más efectivos que mejoren la calidad de la atención médica. Su enfoque innovador posibilita explorar las situaciones que conducen a una asistencia sanitaria eficiente y eficaz.

La minería de procesos ofrece diversas técnicas y herramientas capaces de extraer conocimiento de los registros de eventos para mejorar los procesos asistenciales. Su utilización en áreas como emergencias, cirugía, oncología, ginecología y urología, así como los excelentes resultados para la toma de decisiones, dan prueba de ello.

El modelo computacional desarrollado para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico en SIS mejora la efectividad en la conformación de los equipos, en función de proveerle un servicio de calidad al paciente.

## Referencias

- ÁLVAREZ, A.; KUZ, A. Gephi: Análisis de Interacciones en un Foro, a través de ARS en el aula. TE & ET, 2013.
- ANDRÉ, M. Un modelo para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software. Unpublished Tesis de doctorado, ISPJAE, Ciudad de La Habana, Cuba. 2009.
- ARZA, L. Modelo computacional para la recomendación de roles en el proceso de ubicación de estudiantes en la industria de software. Tesis de doctorado, UCI, La Habana, Cuba. 2012.
- AYALA, S. Administración de recursos humanos. Lima, Editorial Caballero Bustamante, 2004, 216-240.
- BARÓN, C. M.; BLANDÓN, A. C., et al. Impacto de la política de seguridad del paciente en personal de urgencias del Hospital Tomas Uribe ESE del año 2014 y primer trimestre 2015. 2015.
- BINEV, P.; COHEN, A., et al. Convergence rates for greedy algorithms in reduced basis methods. SIAM Journal on Mathematical Analysis, 43(3), 1457-1472. 2011.
- BORGATTI, P.; HALGIN, S. On network theory. Organization Science, 2011, vol. 22, no 5, p. 1168-1181.
- BRATOSIN, C. Grid Architecture for Distributed Process Mining. Doctor Thesis. Eindhoven University of Technology, the Netherlands. 2011.
- CHAMBERS, D.; WILSON, P., et al. Social network analysis in healthcare settings: a systematic scoping review. PloS one, 7(8), e41911. 2012.
- CHIAVENATO, I. Administración de Recursos Humanos (8va Edición ed.). Colombia: Mc Graw Hill. 2007.
- DE NOOY, W; MRVAR, A; BATAGELJ, V. Exploratory social network analysis with Pajek. Cambridge University Press, 2011.
- DESIKAN, P., et al. Using social network analysis to identify key players within clinical teams for improving pain management. En Healthcare Informatics (ICHI), 2013 IEEE International Conference on. IEEE, 2013.
- FORRELLAT-BARRIOS, M. Calidad en los servicios de salud: un reto ineludible. Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia, 2014, 30(2), 179-183.
- GARCÍA, G. L. Seguridad clínica en el paciente quirúrgico. Grado de enfermería. Universidad de Cantabria, España. 2013.

- GOMEZ-MEJIA, L. R. Administración. McGraw-Hill Interamericana de España. 2003.
- HULL, L. y SEVDALIS, N. Teamwork and safety in surgery. Revista Colombiana de Anestesiología, 2015, 43(1), 3-6. Editorial Elsevier.
- KADUSHIN, C. Understanding social networks: Theories, concepts, and findings. Oxford University Press, New York, 2012.
- LEINHARDT, S (ed.). Social networks: A developing paradigm. Elsevier, New York, 2013.
- LYBESHARI, E. Process mining in Intensive Care Unit Data. Master Thesis. Eindhoven University of Technology, the Netherlands. 2012.
- MELTZER, D., et al. Exploring the use of social network methods in designing healthcare quality improvement teams. Social science & medicine, 2010.
- MITCHELL, M. L.; FLIN, R. (Eds.). Safer Surgery: Analysing Behaviour in the Operating Theatre, 2012, Ashgate Publishing, Ltd.
- REBUGE, A. y FERREIRA, D. R. Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining. Information Systems, 37(2), 99-116. 2012.
- VALENTINE, M. A.; NEMBHARD, I. M.; EDMONDSON, A. C. Measuring teamwork in health care settings: A review of survey instruments. Medical care, 53(4), e16-e30. 2015.
- VAN DER AALST, W.M.P. Process Mining. Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. London New York: Springer, 2011.
- VAN DER AALST, W.; ADRIANSYAH, A., et al. Process mining manifesto. In Business process management workshops (pp. 169-194). Springer Berlin Heidelberg. 2011.
- VAN DOREMALEN, B. Process Mining in Healthcare Systems: An Evaluation and Refinement of a Methodology. Netherlands: Eindhoven University of Technology. 2012.
- WANG, F.; SRINIVASAN, U., et al. Application of network analysis on healthcare. En Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM), 2014 IEEE/ACM International Conference on. IEEE, 2014.
- YOON, P. W.; BASTIAN, B., et al. Potentially preventable deaths from the five leading causes of death--United States, 2008-2010. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 63(17), 369-74. 2014.