

Evaluación de tecnologías de información para el diagnóstico de la planificación de sistemas de información en la industria biofarmacéutica cubana

Information technologies evaluation for diagnosis of the information system planning process in the Cuban biopharmaceutical industry

Avaliação de tecnologias de informação para o diagnóstico do planejamento de sistemas de informação na indústria biofarmacéutica cubana

Dania Pérez Armayor, Diley Hernández Lantigua, Eduardo Octavio León Alen, José Antonio Díaz Batista

Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (ISPJAE). La Habana, Cuba.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es analizar la herramienta de decisión TEMIX, especializada en la evaluación de tecnologías de información sobre la base de criterios de negocio, para la clasificación de la organización que se realiza durante el diagnóstico de planificación de sistemas de información, con la finalidad de facilitar la determinación de objetivos de integración de información relevantes atendiendo al nivel de coordinación que requiere el desempeño del negocio analizado. Como métodos se emplearon casos de estudio, diseño de cuestionarios, modelación mediante predicados compuestos y lógica difusa compensatoria. Como resultado del empleo de TEMIX, además de la evaluación de tecnologías de información basada en las características del negocio, se obtuvo la documentación sobre los requerimientos de integración de la cadena de suministro y de la empresa.

Palabras clave: evaluación de tecnologías de información; proceso de planificación; tecnologías de la información; planificación estratégica de sistemas de información; TEMIX.

ABSTRACT

The main goal of this paper is to review the use of a decision tool, named TEMIX, during the diagnosis needed in the Information Systems Planning Process, to ease the assessment of business requirements that are relevant to express the coordination level required by the business performance. The methods used were: case studies, questionnaire design, compound predicates modeling and compensatory fuzzy logic as decision theory. TEMIX use results in information technology assessment based on business needs and on supply chain and business information integration requirements analysis.

Key words: information technology evaluation; planning process; information technology; strategic information system planning; TEMIX.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é analisar a ferramenta de decisão TEMIX, especializada na avaliação de tecnologias de informação sobre a base de critérios de negócio, para a classificação da organização que se realiza durante o diagnóstico de planificação de sistemas de informação, com a fim de facilitar a determinação de objetivos de integração de informação relevantes segundo o nível de coordenação que requiere o desempenho do negócio analisado. Como métodos foram empregues casos de estudo, desenho de inquéritos, modelação mediante predicados compostos e lógica difusa compensatória. Como resultado do emprego de TEMIX, para além da avaliação de tecnologias de informação baseada nas características do negócio, foi obtida a documentação sobre os requerimentos de integração da cadeia de fornecimento e da empresa.

Palavras chave: avaliação de tecnologias de informação; processo de planificação; tecnologias da informação; planificação estratégica de sistemas de informação; TEMIX.

INTRODUCCIÓN

En la década de los 1990 la integración de la cadena de suministros comienza a ser vista como una fuente de rentabilidad que permite a la empresa mejor desempeño, incrementos en las ganancias y a la cadena en su conjunto un aprovechamiento más racional de los recursos, mejor desempeño global y obtención de ventajas competitivas.¹⁻⁴

El reto de la integración de la cadena de suministros, y de la obtención de los beneficios que esta integración propone, descansa precisamente en conectar y coordinar el flujo de información entre entidades físicas a lo largo de todas las actividades de la cadena.¹⁻⁴ En el proceso de coordinar la cadena de suministros mediante información, las tecnologías de la información (TI) permiten y facilitan el intercambio de información a través de toda la red, desde los proveedores, pasando por productores y operadores logísticos, hasta lograr el empoderamiento del cliente con la rapidez y la flexibilidad que necesitan los negocios contemporáneos.⁵

Los problemas de interoperabilidad (por ejemplo, la incapacidad para colaborar y el peligro de incoherencias en los datos) entre los sistemas que coexisten en el marco de la empresa se agravan en el contexto de las cadenas de suministro; 6-8 sin embargo, pueden evitarse con un adecuado plan estratégico de sistemas de información (PESI) resultado del proceso de planificación de sistemas de información (PPSI) correspondiente. 9-11 En el centro del problema se encuentra la incertidumbre en la selección de las tecnologías que mejor contribuyan al óptimo desempeño de la cadena, que deben variar de acuerdo con los requisitos de integración del negocio,^{12,13} de tal forma que el problema está en determinar la combinación tecnológica que mejor se adapta a los requerimientos de integración seleccionados para reflejar el estado de colaboración en el que se soporta el desempeño de la cadena.

El grupo empresarial Biocubafarma reúne entidades de la industria químico farmacéutica y del polo científico cubano con distintas responsabilidades (empresas importadoras/exportadoras, productoras, y comercializadoras y de servicio). Los procesos logísticos distribuidos entre estas organizaciones necesitan respuestas coordinadas ante sus clientes. Esta coordinación requiere intercambiar información mediante las TI, dada la dispersión geográfica entre las empresas, el tiempo de respuesta requerido y los volúmenes de información solicitados. En este contexto se identificaron deficiencias en el desarrollo de los sistemas de información (SI) del grupo, que influían negativamente en la toma de decisiones empresariales, dada la exclusión de requerimientos de información estratégicos¹⁴ y limitaban la visibilidad entre dichas empresas.

El enfoque aquí empleado para la evaluación de las TI consiste en un modelo de decisión, nombrado TEMIX (*Technology MIX*), en proceso de automatización mediante herramientas Web (cliente-servidor), que ayuda a caracterizar la cadena de suministros de la empresa, evaluar tecnologías de información empleadas y deseadas, y a determinar qué criterios de evaluación priorizar dada la situación para evaluar cualitativamente la satisfacción de las TI diagnosticadas a requerimientos de integración de información relevantes para la situación del negocio.

Este trabajo tiene como objetivo el análisis de TEMIX como tecnología facilitadora de la evaluación de TI y la clasificación de la organización que se realiza durante la etapa de diagnóstico del proceso de planificación de SI. Esta clasificación se emplea luego en la determinación de objetivos de integración de información relevantes acorde con el nivel de coordinación que requiere el desempeño de la cadena de suministros objeto de estudio, mientras que la evaluación de TI constituye uno de los reportes de interés en el PESI para analizar el estado actual de dicha cadena.

MÉTODOS

Los resultados presentados se basan en el desarrollo de un modelo de ayuda a la decisión de evaluación de tecnologías de información sobre la base de las características del negocio, en este caso de cadenas de suministro, nombrado modelo de decisión TEMIX (*TEchnology MIX decision model*),¹⁰ como se muestra en la [figura 1](#), ya que el objetivo del modelo es obtener un escalafón de combinaciones de tecnologías de información basado en la satisfacción a requerimientos de integración de información relevantes para el negocio objeto de estudio. Este desarrollo se ha complementado con el análisis de proyectos docentes analizando problemáticas en diferentes empresas relacionadas con la gestión y la explotación de TI y SI, y con la necesidad del PESI,¹⁵⁻¹⁸ que se explican en el [cuadro 1](#).

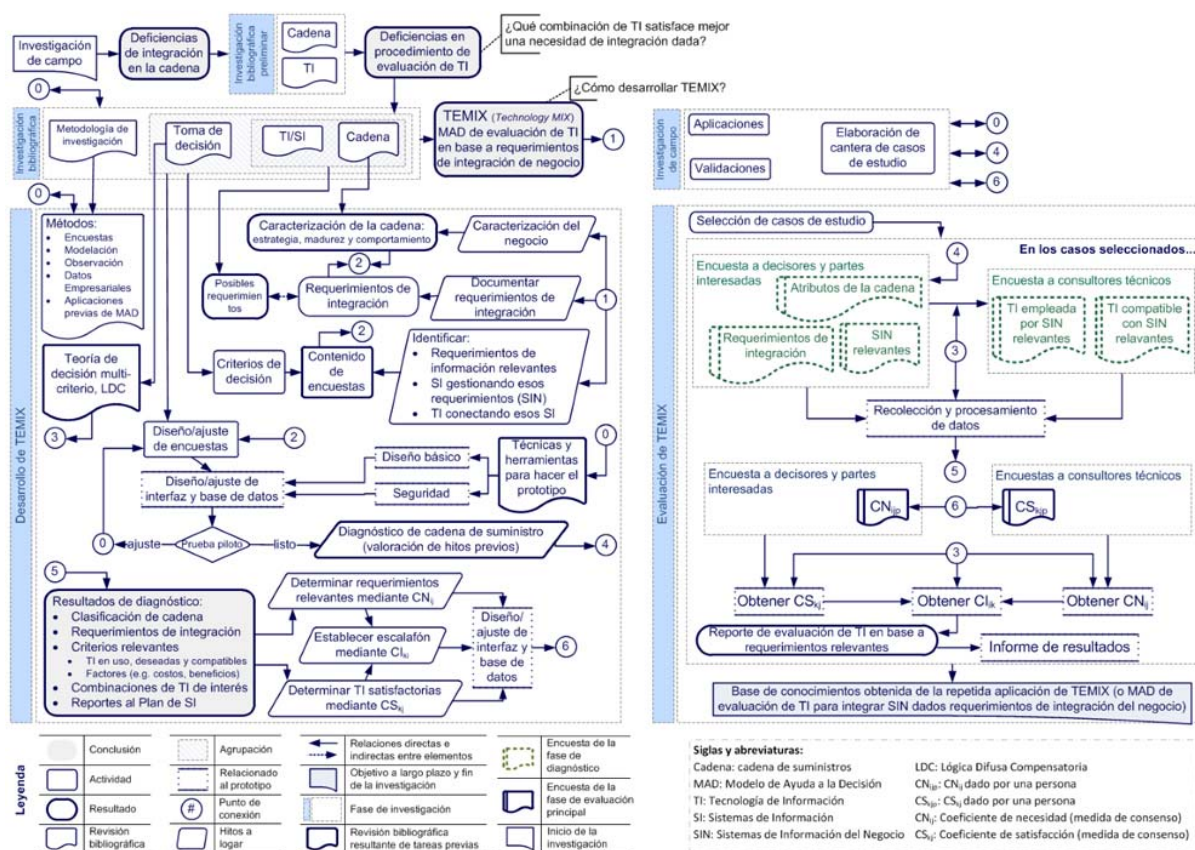











Fig. 1. Metodología de la Investigación relacionada con TEMIX.

Entre los enfoques para la evaluación de las tecnologías de información se destaca el marco propuesto por *Themistocleous, Irani y Love*.⁷ sin embargo, hay dos brechas fundamentales:¹⁸ una en el establecimiento formal de procedimientos de decisión que puedan convertirse en formas de acción repetibles y controlables en entidades, y la otra en el análisis superficial de las necesidades de negocio o en la preponderancia del análisis de necesidades de TI dada una pobre definición de las necesidades del negocio. Esto conlleva el desarrollo de TEMIX analizado en el cuadro 2 y la figura 1.









Como se muestra en la figura 1, TEMIX se basa en determinar requerimientos de integración y combinaciones de TI relevantes para ser evaluadas, de conjunto con la elaboración de un prototipo que se ajustaba a las especificaciones de las empresas de la industria farmacéutica que colaboraron con el desarrollo del modelo como parte del desarrollo de su PESI.

Los casos de estudio y las bibliografías antes mencionadas han sido la vía para delimitar aspectos relevantes en la fase de diagnóstico de la planificación de sistemas de información que encuentra un gran apoyo en la fase de diagnóstico del modelo TEMIX,¹⁰ la cual se desarrolló de conjunto con la primera aplicación del PESI en empresas de la industria biofarmacéutica cubana.

Cuadro 1. Casos analizados en la investigación de campo

Etapa	Resultados en los casos de estudio	Estudio bibliográfico complementario
 2007 MIE 1	<ul style="list-style-type: none"> Barreras en decisiones empresariales relacionadas con problemas de SI (19) <ul style="list-style-type: none"> Nomenclatura única Análisis de los SI como procesos Análisis sistémico global Responsabilidad y entendimiento de TI de empresarios (aislamiento en personal técnico) 	Integración de SI en organizaciones y problemas asociados <ul style="list-style-type: none"> La integración de la cadena de suministro, Figura 1, se expresa en la integración de sus SI/TI (1-4, 12, 13). Carencias en la decisión de evaluación/selección de TI (18)
 2009 MIE 12  2012 MIE 7  2012-13 MIE 24  2013 4^{to} Ind. 21	<ul style="list-style-type: none"> Decisiones subjetivas carentes de visión estratégica y comprometimiento de la alta dirección que redundan en fracaso de proyectos de adopción o desarrollo Persisten decisiones ineficaces (empresas nicaragüenses y cubanas) <ul style="list-style-type: none"> Proceso subjetivo de evaluación de TIC Responsabilidad sobre TIC desplazada a personal informático Necesidad de PPSI Evidencia de preponderancia del análisis técnico respecto al empresarial Evidencias de desplazamiento excesivo de la responsabilidad sobre las TI al personal informático Necesidad de proceso de evaluación de TI en base a necesidades de negocio (16, 20) 	(... le caracterización de cadenas ... stro (10)) (... le decisión (18)) (... minio de análisis técnico sobre empresarial) Evaluación/selección de TI (ambientes colaborativos transdisciplinarios, alta incertidumbre) (18) <ul style="list-style-type: none"> Carencia de herramientas de soporte Proceso de decisión deficiente
 2013 ESCEG 21	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación simplificada de proceso de diagnóstico de TEMIX <ul style="list-style-type: none"> Retroalimentación de diseño en: <ul style="list-style-type: none"> fraseología en el contexto cubano diseño gráfico de los cuestionarios facilidad de uso de la herramienta Retroalimentación de catálogos <ul style="list-style-type: none"> posibles requerimientos de integración y formas de sugerir su definición términos de comprensión dudosa necesidades de adiestramiento y gestión de contenidos Características generales de algunas empresas 	 2012 DIE 2  2013 MIE 1  2015 MIE 1 <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de modelo de decisión TEMIX (16, 18) Diseño de automatización de TEMIX Definición PPSI (21) Integración de TEMIX al PPSI (14, 15)

Leyenda

	<ol style="list-style-type: none"> Método Año Contexto, ejecutores Alcance 	 Aplicación simplificada de proceso de diagnóstico de TEMIX desarrollada en la Escuela Superior de Cuadros del Estado y el Gobierno (ESGEG)
MIE	Maestría Informática Empresarial	 4 ^{to} I.Ind. Cuarto año de Ingeniería Industrial
DIE	Doctorado en Ciencias, especialidad Informática Empresarial	 Cadena de suministros
	Casos de estudio desarrollados en tesis de maestría y doctorado	 Casos de estudio desarrollados en proyectos docente-investigativos
	Empresa	 Directivos
Estudio bibliográfico complementario	Cada etapa de la investigación de campo se ha complementado con estudios bibliográficos, guiados por un tema central. Estos estudios generan hallazgos o conclusiones que, a su vez, conllevan a acciones de investigación las cuales han generado nuevas motivaciones para la investigación de campo, impulsando el desarrollo de los resultados presentados en la Figura 1.	

Fuente: Contextualización del análisis presentado (<http://www.rcics.sld.cu/index.php/acimed/issue/view/27>).

Cuadro 2. Algunos datos de interfaces de TEMIX

Grupo de interfaces (Etapa a la que responde)	Interfaz	Identificador de la Interfaz	
Catálogos (etapa de configuración)	Administración de contenido y estructura de catálogos	1.0	
	Tecnologías de Información	1.1	
	Tipos de negocio (Tipos de Cadena de Suministro)	1.2	
	Requerimientos de Integración de Información	1.3	
	Necesidades de Información	1.4	
	Aplicaciones de Negocio	1.5	
Nomencladores (etapas de configuración y diagnóstico)	Administración de contenido y estructura de nomencladores	2.0	
	Estructura funcional del grupo de negocio (estructura de la cadena)	2.1	
	Procesos	2.2	
	Necesidades de Información de los Procesos	2.3	
	Aplicaciones de negocio utilizadas en la entidad objeto de estudio	2.4	
	Participantes	2.5	
	Requerimientos de Integración de Información del Negocio	2.6	
Formularios	Administración de contenido de formularios (negocio y TI)	3.0	
	Diagnóstico (etapa de diagnóstico)	Características de la cadena de Suministro	3.1
		Necesidades de información de los procesos y TI asociada	3.2
	Evaluación principal (etapa principal)	Matriz Negocio-Requerimiento de integración de información	3.3
		Matriz Requerimiento-Combinación de TI	3.4
Procesamiento de información	Administración de configuración de reportes, indicadores y escenarios	4.0	
	Participantes (competencias y completamiento de encuestas) para fases de diagnóstico y principal	4.1	
	Diagnóstico (Etapa de diagnóstico)	Información de Procesos de Negocio (Flujo de información, Reporte de cubrimiento de información (disponibilidad por importancia), y soporte de TI)	4.2
		Aplicaciones de Negocio (Evaluación preliminar, Decisiones relacionadas y TI asociadas)	4.3
		Resultados del Diagnóstico (Clasificación de la Cadena de Suministro, TI en uso, TI deseadas, TI compatibles, Requerimientos de Integración de Información, Análisis objetivos estratégicos-características del negocio)	4.4
	Evaluación principal (etapa de diagnóstico)	Evaluación de la necesidad de los requerimientos de integración de información para el desempeño del negocio	4.5
		Evaluación de la satisfacción que dan las combinaciones de TI a los requerimientos de integración de información	4.6
		Escalafón de combinación de TI	4.7
	Usuarios	Administración de usuario técnico responsable de la herramienta	5.1
		Administración de grupo de usuarios	5.2
Información de cada usuario		5.3	
Ayuda	Varios temas para facilitar el entendimiento de la herramienta y los conceptos que en ella se gestionan	6	

TEMIX¹⁰ incluye un procedimiento para la evaluación de tecnologías y un prototipo automatizado para su ejecución. Este modelo, constituido de 3 etapas, que se muestran en la [figura 2](#), una de configuración, una de diagnóstico del objeto de estudio y una de evaluación de combinaciones de TI para la empresa, emplea las bondades de la lógica difusa compensatoria, fundamentalmente en la tercera etapa, para encontrar consenso entre los criterios de consultores de negocio y técnicos, mientras propone una secuencia de acciones a seguir para facilitar la gestión del conocimiento en la empresa.¹⁶⁻¹⁸ TEMIX¹⁰ se ha desarrollado como solución a deficiencias detectadas en el proceso de toma de decisiones empresarial respecto a las TI, que evidencian gran parte de los casos analizados.^{16,20} Es por eso que se redirige la evaluación de las TI, que propone TEMIX,¹⁰ al contexto del proceso organizacional de Planificación Estratégica de Sistemas de Información, y se generan cambios que se aprecian en la [figura 2](#). Estos cambios evidencian la importancia notable de la etapa de diagnóstico que se constató durante las primeras pruebas piloto de TEMIX en el grupo biofarmacéutico.

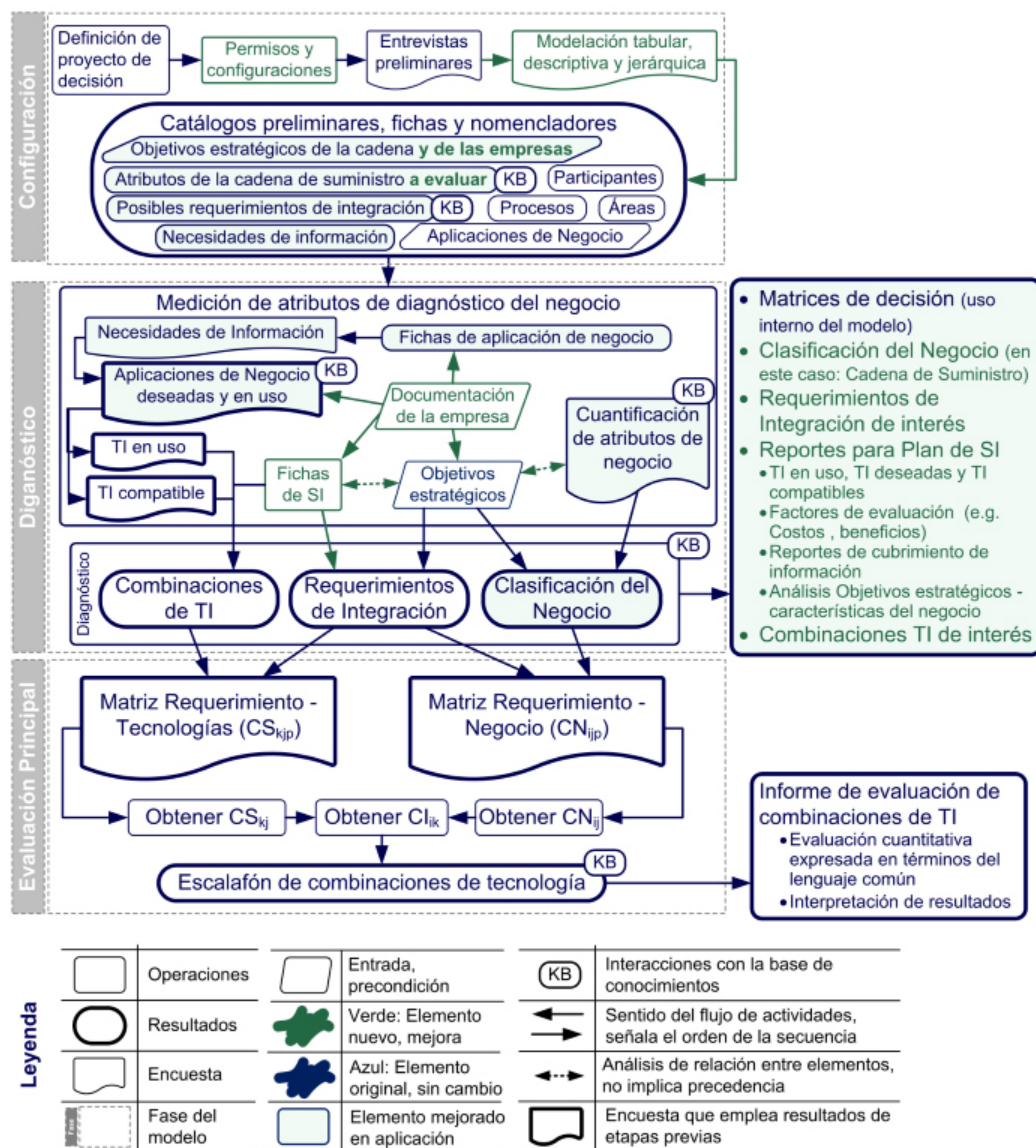


Fig. 2. Representación de las tres etapas de TEMIX y sus resultados principales.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El desarrollo de los SI del grupo empresarial Biocubafarma, impulsado mayormente por eventualidades y necesidades locales, provocó que quedaran requerimientos de información sin soporte, lo que generó dificultades en la toma de decisiones.¹⁴ Para mejorar el necesario soporte que deben brindar los SI a la toma de decisiones, se confeccionó un PESI utilizando la metodología Métrica v3^{14,23} y el modelo de decisión TEMIX,¹⁰ cuya secuencia de actividades se ilustra en la figura 2 para la evaluación de TI sobre la base de las características empresariales.

La "habilidad" de una combinación de tecnologías para potenciar el desempeño de una cadena de suministros está asociada al cumplimiento (no estricto) de los requerimientos de integración de dicha cadena. El proceso de evaluación de esta combinación requiere la integración de los puntos de vista de los diferentes miembros de la cadena en un ambiente donde por lo general los sistemas de información acaparan el mayor interés de los decisores, y dejan en las sombras las tecnologías que se emplean para integrar dichos sistemas. Adicionalmente, los requerimientos de integración no están claramente definidos y son tan diversos como las numerosas prioridades de los decisores, que incluso pudieran llegar a ser antagónicas.

Las características de este problema llevan al desarrollo de un modelo de toma de decisiones multi-criterio con un enfoque difuso compensatorio, en este caso TEMIX, el cual combina simultáneamente todos los criterios de una alternativa dada a través de la utilización de una fórmula específica²⁴ que, en este caso, se modela en la ecuación 1:

$$CI_{ik} = P(k,i) = \forall_i \forall_j [N(i,j) \wedge S(k,j)] \quad (1)$$

Esta expresión en lenguaje común expresa que la idoneidad o importancia de una combinación de tecnologías de la información para una cadena de suministros dada depende de la medida en que esa combinación pueda satisfacer los requerimientos de integración mejor describen el desempeño de dicha cadena, y a partir de ella se puede establecer un escalafón de las combinaciones de tecnologías disponibles, donde:

- P(k,i): la tecnología k es importante para el negocio i. Tiene el mismo significado que el coeficiente de importancia CI_{ki} .
- S(k,j): la tecnología k satisfice al requerimiento j. Tiene el mismo significado que el coeficiente de satisfacción CS_{kj} .
- N(i,j): el requerimiento j es necesario para las dimensiones i_i del negocio i. Tiene el mismo significado que el coeficiente de necesidad CN_{ij} .

Este análisis es el colofón de las tres etapas de TEMIX: configuración, diagnóstico y evaluación principal, como se muestra en la figura 2. Estas etapas se materializan en las diferentes interfaces del prototipo automatizado del modelo que presenta el cuadro 2, el cual se encuentra en desarrollo.

ETAPA DE EVALUACIÓN PRINCIPAL DEL MODELO TEMIX

TEMIX, en su etapa principal, cuantifica cuán buenas son las combinaciones de TI que se estén analizando, basadas en la conjunción de las evaluaciones de los especialistas en TI y de los decisores de la empresa. La lógica Difusa Compensatoria calcula los operadores de conjunción (\wedge) y "para todo" (\forall) mediante la media geométrica, como muestra la ecuación 2,²⁵ donde se obtiene un valor sensible que considera todos los datos bajo análisis con igual peso y genera una medida de consenso del grupo de decisores, que resultará en un único ordenamiento de la importancia de las combinaciones de tecnologías analizadas para cada tipo de negocio definido:

$$CI_{ik} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \sqrt{CN_{ij} \cdot CS_{kj}}}} \quad (2)$$

En este contexto la clasificación del negocio, en este caso la cadena de suministro, es clave para determinar qué requerimientos de integración de información priorizar para reflejar el estado de colaboración en el que se soporta el desempeño de la entidad. Es entonces que se propone determinar la satisfacción que las TI empleadas o deseadas en el negocio ofrecen a estos requerimientos relevantes como medida de cuán buenas son esas tecnologías para la situación diagnosticada o deseada.

La etapa principal comienza aplicando un cuestionario entre las personas interesadas en la decisión (decisores), ya sean los gerentes o responsables de las redes de suministros interesados en adquirir las tecnologías o los proveedores de las soluciones de integración, mediante las interfaces 3.3 y 3.4. En el cuestionario cada especialista en tecnología valorará el coeficiente de satisfacción (CS_{jkp}) para cada par requerimiento-combinación TI y cada decisor estimará un valor del coeficiente de necesidad (CN_{ijp}) para cada par Requerimiento-Dimensión del negocio.

Los términos empleados para cuantificar la forma en que las tecnologías cumplen los requerimientos y la forma en que los requerimientos satisfacen al negocio son expresiones en lenguaje natural que captan la percepción de las personas respecto a preguntas como ¿cuán buena es la TI para el requerimiento? y ¿cuán bueno es el requerimiento para el negocio? Esta escala de valores subjetivos (como muy buena, buena, regular o mala) puede ser interpretada de varias formas (ambigüedad) y puede dar un sentido impreciso de pertenencia a una categoría (difuso). Para obtener un ordenamiento objetivo, a pesar de la subjetividad de la escala empleada por los decisores al dar su criterio, se puede emplear una función sigmoidea para expresar la pertenencia de cada término a una clase mediante un valor numérico entre 0 y 1.²⁵ Este enfoque permite, a su vez, traducir el valor numérico resultado de la ecuación 2 nuevamente a un término lingüístico (bueno, regular, malo) para facilitar la interpretación de dicho resultado. La clasificación del negocio, en este caso de la cadena de suministro, es por tanto un criterio de decisión para evaluar el requerimiento, ya que el requerimiento da la medida del comportamiento esperado para ese tipo de negocio.^{4,26}

Una vez que se conocen los criterios de los participantes, se tendrán tantos coeficientes como participantes (CN_{ijp} y CS_{kjp}), por lo que es necesario condensarlos en una expresión cuantitativa que represente razonablemente el comportamiento de estas opiniones. Los coeficientes CN_{ij} y CS_{kj} son la conjunción de todos los criterios de las personas involucradas, lo que se puede modelar como muestran las ecuaciones 3 y 4. Para el cálculo de estas ecuaciones también se emplean los operadores de Lógica Difusa Compensatoria,²⁵ que mediante la media geométrica obtienen una medida de consenso del grupo de decisores.

$$CN_{ij} = \bigwedge_p CN_{ijp} = \sqrt[p]{\prod_{p=1}^p CN_{ijp}} \quad (3)$$

$$CS_{kj} = \bigwedge_p CS_{kjp} = \sqrt[p]{\prod_{p=1}^p CS_{kjp}} \quad (4)$$

Donde:

- CN_{ijp} es el coeficiente de necesidad de la necesidad del requerimiento j para la cadena i que da la persona p ($p=1, \dots, P$).

- CS_{kjp} es el coeficiente de satisfacción del requerimiento j por la tecnología k que da la persona p ($p=1\dots,P$).

Para la elaboración del escalafón de las tecnologías, solo se toman en cuenta los requerimientos significativos, considerándose aquellos que tienen un $CN_{ij} \geq 0,6$. Para lograr esta evaluación los tipos de cadenas de suministro ($i= 1,\dots,M$), los requerimientos de integración ($j= 1,\dots,N$) y las tecnologías y combinaciones de tecnologías ($k= 1,\dots,L$) a emplear en el modelo deben ser previamente definidos. Este es el objetivo principal de la etapa de diagnóstico. Estos tres aspectos constituyen las bases teóricas del modelo y mientras más objetiva y explícita sea su definición mejor será el resultado obtenido.

ETAPA DE DIAGNÓSTICO DEL MODELO TEMIX

La etapa de diagnóstico del modelo TEMIX tiene como objetivo fundamental la definición de los requerimientos de integración de información, las combinaciones de TI y las características del negocio relevantes para formar los pares "requerimiento de integración-combinación de TI" y "requerimiento de integración-característica del negocio" a ser evaluados en la etapa principal del modelo. En este contexto, un factor esencial es la determinación de requerimiento de integración de información donde se exprese el desempeño esperado del negocio. Estos requerimientos de integración son muy variados, e involucran generalmente a varias organizaciones, en los que se encuentran casos donde los objetivos de integración no están documentados y o alienados entre sí, lo que se evidencia en la ambigüedad y vaguedad de los resultados esperados de la colaboración.¹⁹

La relevancia de cada requerimiento está directamente vinculada al tipo de negocio analizado, ya que los niveles de desempeño que determinan la importancia del requerimiento varían; por ejemplo, en el caso de las cadenas de suministro, la adopción de una estrategia ágil exige un desempeño más eficaz en un ambiente colaborativo que no es considerado de tanta importancia en cuanto a una estrategia eficiente. Es por eso que se han establecido grupos de atributos (cuadro 3) para la clasificación del negocio, reflejando "comportamientos típicos",²⁶⁻²⁸ ilustrados en el cuadro 4. En la primera definición del análisis se concebía describir los comportamientos típicos en 3 dimensiones; sin embargo, basado en el interés de la dirección del grupo biofarmacéutico, se añadieron otras 8 dimensiones que complementan el análisis de la relación TI-negocio (cuadros 3 y 4).

El análisis de datos realizado en las pruebas piloto mostró que la alta dirección prefería que los cuestionarios fueran estandarizados para todos los usuarios, más que detallar y contrastar diferentes opiniones. Como resultado de varias versiones de interfaces para cuestionarios y reuniones con la alta dirección se llegó a la conclusión de que, en vez de asumir que todos los atributos serían empleados, se debía modificar la etapa de configuración para analizar qué atributos el negocio deseaba emplear. De igual forma, se incluyen en la etapa de configuración entrenamientos en la herramienta y los conceptos de interés a gestionar por la alta dirección, para viabilizar la etapa de diagnóstico, pues las encuestas del diagnóstico, en opinión del personal del grupo biofarmacéutico, constituyen una forma de entrenamiento en conceptos académicos y su identificación en las prácticas empresariales del grupo, que también facilitan la homogeneización conceptual y de nomenclaturas entre varias organizaciones.

Cuadro 3. Atributos para Clasificar Cadenas de Suministro

Atributo			Validez interna de la encuesta
Categoría	Tipo	Descripción	Alfa de Cronbach
Estructural	Participante	Elementos empleados para establecer la responsabilidad e involucramiento de la persona encuestada. Se complementan con otros datos tomados en la fase de configuración. Se puede considerar un equivalente a un criterio de experticia	0,576576577
	Línea de productos	Describe la línea de productos alrededor de la cual se forma la cadena	0,798226409
	Estrategia	Elementos para determinar el objetivo de la estrategia general de la cadena	0,79069198
	Indicadores de desempeño	Elementos para analizar los indicadores de desempeño más importantes	0,909536172
	Organización	Información general de la empresa a la que pertenece el encuestado	0,808573734
	Topografía	Elementos para caracterizar la estructura de la cadena	0,837769647
	Integración	Elementos para caracterizar la integración de la cadena	0,803815418
Funcional*	Abastecimiento	Describen los proceso de abastecimiento, producción, distribución y ventas respectivamente	No aplicado
	Producción		
	Distribución		
	Ventas		

*Los atributos de tipo funcionales se deben mostrar de forma opcional acorde al rol de la empresa de la persona encuestada en la cadena de suministro. El grupo biofarmacéutico decidió no aplicarlos.

Adicionalmente se añade una actividad de "modelación" en la etapa de configuración, donde el personal de la organización seleccionado al efecto, mediante TEMIX, explica la estructura de procesos y áreas funcionales (desde empresas hasta departamentos). En la integración con el PPSI se añadió información sobre cuáles de los procesos y áreas funcionales serían objeto de estudio del PESI. Otro cambio fue comenzar a emplear el término "negocio" en un sentido más amplio, que expresara la clasificación de actividades de interés para la creación de valor, ya sea que estuvieran desagregadas entre varias empresas (cadena de suministro) o dentro de una misma empresa.

Una vez seleccionados los atributos para caracterizar al negocio, durante las pruebas piloto se siguieron las recomendaciones de *Gillyard*²⁸ respecto al diseño y validación de encuestas relacionadas con la tipificación de cadenas de suministro y se mide la validez de los constructos empleados para la caracterización mediante el cálculo del Alfa de Cronbach, asumiendo que los resultados con valores mayores a 0,70 son aceptables para realizar la medición. El cuadro 3 muestra que 6 de los 7 factores analizados tienen una confiabilidad satisfactoria.

Cuadro 4. Etapas de desarrollo empresarial como tipología de negocio

Dimensiones	Valores más comunes (comportamiento típico) de cada dimensión en cada etapa				
	Básica	Integración funcional	Integración Interna	Integración externa	
Madurez de la cadena de suministro	<i>Ad hoc</i>	Definida	Inter-conectada	Integrada	
Tipos de cadena de suministro	1 a 3	4 a 10	11 a 13	14 a 16	
Estrategia de cadena de suministro	Eficiente	Híbrida	Kanban	Ágil	
Estructuración de la empresa basada en TI	Automatización	Racionalización	Reingeniería	Cambios de paradigma	
Nivel de gestión	Función	Proceso	Empresa extendida	Cadena de suministros	
Enfoque de gestión	Producción <i>Push</i>	Gestión de subprocesos	Logística empresarial	Gestión de la cadena de suministros	Gestión de redes de valor
Relaciones inter-empresariales	Competencia	Cooperación	Coordinación	Colaboración	
Cambio planificado basado en TIC	Explotación localizada	Integración interna	Rediseño de procesos de negocio	Rediseño de la cadena de suministro	Rediseño del alcance de la cadena
Capacidades basadas en TI	Sistemas aislados	Interfaces internas	Interfaces externas	Integración interna y limitada integración externa	Integración multi-empresa
Madurez de la TI	Caos	Reactiva	Proactiva	Servicio	Valor
Integración de la cadena de suministro	Improvisada	Funcional	Interna	Externa	

En el caso de las preguntas para medir la responsabilidad y el involucramiento de la persona encuestada, la escala empleada no muestra valores confiables, como se observa en el cuadro 3. Estos criterios son empleados como un símil de un criterio de experticia, por lo que se decide compensar la baja confiabilidad interna obtenida en estas respuestas. Para esto se diseña en la etapa de configuración, dentro del proceso de selección de participantes, un análisis de cada persona a involucrar en el que participa la alta dirección de la empresa y los representantes que se consideren necesarios de los procesos o áreas funcionales a analizar. El análisis incluye elementos como: años de experiencia, responsabilidades desempeñadas, alcance de las competencias (incluyendo formación académica), y nivel de conocimiento que de cada posible encuestado perciben los responsables de su selección.

INTEGRACIÓN DE TEMIX EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL GRUPO BIOFARMACÉUTICO

Es precisamente la etapa de diagnóstico de TEMIX la génesis de la integración con el Proceso de Planificación de Sistemas de Información diseñado por *Hernández Lantigua*.¹⁷ En la primera versión del plan del grupo biofarmacéutico, la tecnología de información empleada como soporte, además de software de ofimática, fue TEMIX. Se utilizaron interfaces de TEMIX como complemento a: estudio de información relevante, identificación de requerimientos, estudio de SI en uso, diseño del modelo de SI, análisis de infraestructura de TI, plan de proyectos y plan

de mantenimiento, donde fue diseñada la interfaz 4.4, específicamente para mostrar los resultados del diagnóstico a la empresa, como ilustra el cambio en los resultados de la etapa de diagnóstico en la [figura 2](#). Sin embargo, en el grupo biofarmacéutico quedaba el reto de superar el carácter estático del PESI. Por esta razón la investigación de *Hernández Lantigua*¹⁷ continúa el trabajo de *León Alen*¹⁴ para elaborar una propuesta de PPSI que aportara carácter de mejoramiento continuo a la planificación de SI. En la actual propuesta de PPSI, TEMIX ha sido concebido desde el diseño como un elemento de la planificación, lo que se muestra en el [cuadro 5](#).

Cuadro 5. Análisis de subprocesos del PPSI

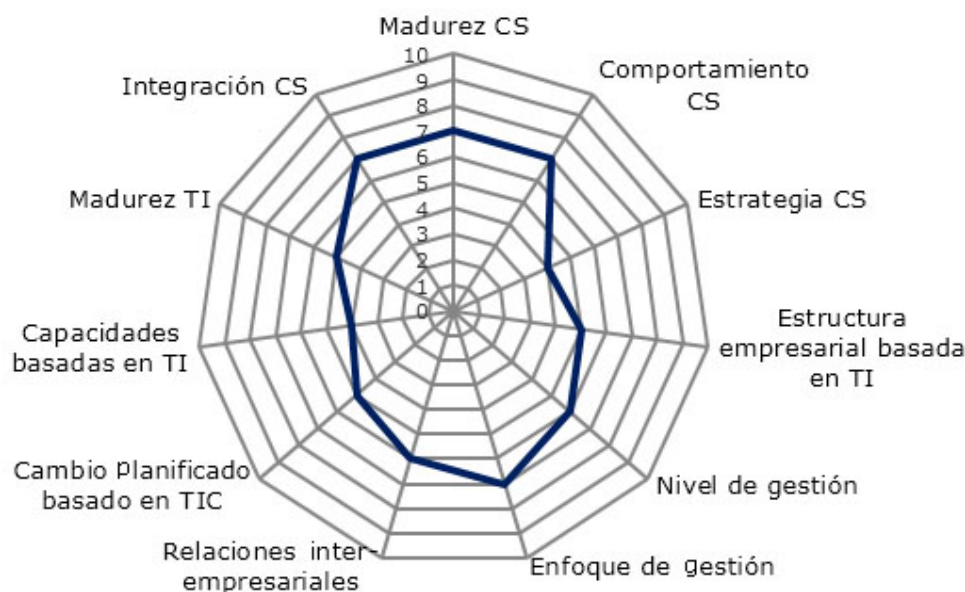
Código	Subprocesos del proceso de Planificación de Sistemas de Información (PPSI)	Rol de TEMIX en el PPSI	Interfaces de TEMIX que brindan soporte al PPSI
PESI 01	Inicio		
PESI 02	Definición y organización	Referencia para estructura de información	1.1-1.5, 2.1-2.6
PESI 03	Estudio de antecedentes		
PESI 04	Levantamiento de información	PPSI establece pautas para los cuestionarios de TEMIX	2.1-2.6, 3.1-3.4
PESI 05	Análisis de información	Recopilar datos	2.1-2.6, 3.1-3.2, 4.2-4.4
PESI 06	Diseño del modelo de SI	Recopilar y analizar datos	3.1-3.4, 4.2-4.7
PESI 07	Definición de arquitectura tecnológica	Analizar datos y reportar	4.2-4.4, 4.7
PESI 08	Definición del plan de acción	Analizar datos y reportar	4.7
PESI 09	Evaluación y aprobación del PESI		
PESI 10	Definición y organización de revisión	Configurar y recopilar datos	1.1-1.5, 2.1-2.6
PESI 11	Revisión y ajustes	Recopilar, analizar datos y reportarlos	3.1-3.2, 4.2-4.7
PESI 12	Evaluación y aprobación de cambios		

RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DEL PESI EMPLEANDO TEMIX

En el diagnóstico realizado para la primera versión del PESI del grupo biofarmacéutico mediante TEMIX,¹⁰ se logró la identificación, evaluación y catalogación por procesos de negocio de los requerimientos de información definidos a nivel estratégico, los cuales se asociaron a los sistemas informáticos identificados y catalogados. Con estos resultados se pudo ofrecer una valoración de los requerimientos de información para la toma de decisiones no cubiertos por cada proceso analizado, que permitió identificar las decisiones con carencia informacional y la propuesta de solución mediante los proyectos de desarrollo resultado del PESI.

Durante este trabajo, el grupo multidisciplinario seleccionado (responsables de procesos y toma de decisiones, y consultores en TI), documentaron en forma de catálogos, y accesibles a toda la organización, las definiciones realizadas en esta planificación, y se constituyó una forma de gestión del conocimiento, orquestada mediante TEMIX.

La caracterización del negocio muestra una estrategia de cadena de suministro híbrida, con mayor tendencia a la priorizar la eficiencia, y punto de desacoplamiento de producción a distribución. La madurez de la cadena de suministro es definida y presenta ya características de una cadena inter-conectada, con comportamiento de monopolio del mercado nacional (comportamiento 11). Este resultado fue extendido para evaluar las otras 8 dimensiones presentadas en el cuadro 4, y se obtuvieron los resultados mostrados en la figura 3, que permiten analizar cómo los requerimientos de integración de información reflejan el estado de desarrollo del negocio. La entidad está en la frontera entre racionalización y reingeniería (centrada en lograr respuestas inter-departamentales coordinadas, aplicando un enfoque a procesos, e incrementando el uso de las TI en sus formas de gestión), un nivel de gestión de empresa extendida con algunos rasgos de cadena de suministros que es consistente con su enfoque de gestión, donde se aprecian, además, relaciones inter-empresariales de coordinación y la transición de la integración interna al rediseño de procesos de negocio; sin embargo, las capacidades basadas en TI están a nivel de interfaces internas con una integración funcional de la cadena de suministros. Dadas estas características, en la transición a los niveles superiores de desarrollo, el grupo debe potenciar la integración de información de inventarios y pronósticos colaborativos.



Fuente: medición de las dimensiones.

Fig. 3. Resultados de la clasificación del negocio.

Asociado a las necesidades de mejora, se diseña la interfaz 4.4 de TEMIX, mostrada en el cuadro 6 como un reporte, y se muestran las informaciones dado el nivel de disponibilidad y la importancia seleccionada; por ejemplo, las informaciones que tienen mayor importancia y están disponibles la mitad o menos de las veces que se necesita consultarlas. El esclarecimiento de las interrelaciones de información acorde con las necesidades para la toma de decisiones estratégicas lograda con el PESI llevó a la identificación particular de decisiones subjetivas que presentaban un lastre para el desempeño del grupo; por ejemplo, se ajusta el tamaño del lote de exportación acorde con los datos más precisos de demanda, lo que mejora el

aprovechamiento de los recursos dedicados a la distribución en un 10 %, y elimina excesos de inventario y riesgos de caducidad de los medicamentos.¹⁴

Cuadro 6. Muestra de la interfaz 4.4 de TEMIX

<input type="checkbox"/> Cambiar Grupo Empresarial de trabajo. Grupo Actual: Valores para: disponibilidad <= 3; importancia >= 5				
Proceso	No.	Necesidad de información	Evaluación	Importancia
3.P01				
3.P01	2.32	Demanda de materias primas y demás insumos (período anterior y pronóstico)	3	5
3.P01	2.36	Disponibilidad de financiamiento	3	5
3.P01	2.42	Estado en que se encuentra el pedido de los clientes	3	5
3.P01	2.66	Pagos por concepto de sobrestadía de las mercancías en puertos y aeropuertos	3	5
3.P02				
3.P02	2.33	Demanda de productos terminados	3	5
3.P02	2.56	Medicamentos declarados faltantes en las Instituciones de Salud	2.71	5
3.P02	2.61	Ofertas y Facturas de proveedores	2.52	5
3.P02	2.66	Pagos por concepto de sobrestadía de las mercancías en puertos y aeropuertos	3	5
3.P02	2.74	Solicitud de transportación	2.52	5
3.P03				
3.P03	2.5	Capacidad de almacenamiento	3	5
3.P04				
3.P05				
3.P06				
3.P06	2.36	Disponibilidad de financiamiento	3	5
3.P06	2.42	Estado en que se encuentra el pedido de los clientes	3	5
3.P99				

CONCLUSIONES

Este proceso investigativo analiza el modelo de decisión TEMIX, y se detiene en su etapa de diagnóstico como punto de integración con el proceso de gestión empresarial dedicado a la planificación de sistemas de información. Entre los resultados derivados de la investigación de campo y referentes bibliográficos, el grupo de investigación encontró deficiencias en la integración de las cadenas de suministros, relacionadas con las malas prácticas y con decisiones subjetivas en la adopción y explotación de tecnologías de la información, prevenibles mediante un proceso estratégico de planificación de sistemas de información que aplica un modelo como TEMIX.

TEMIX es un modelo de decisión en desarrollo, que se ha integrado con el proceso de Planificación de Sistemas de Información, dado el interés de empresas de la industria biofarmacéutica en sus potencialidades. La etapa de diagnóstico de dicho modelo resulta la de mayor aplicabilidad en el contexto cubano actual. Entre las mejoras que se pueden obtener de la presente propuesta, además de la evaluación de las TI basada en las características del negocio, está la documentación de los requerimientos de integración de la cadena de suministro y de la empresa para con la cadena, que permite cuantificar la representatividad del requerimiento para el negocio como medida del desempeño esperado en determinado tipo de negocio.

Para esto se analizan varias dimensiones de caracterización de negocio, además de las 3 dimensiones de cadena de suministro visionadas inicialmente, que permiten clasificar entidades en 4 niveles diferentes, acorde con comportamientos de desarrollo incremental que consideran la relación TI-negocio y las capacidades de colaboración que se generan producto del empleo de las TI.

Como resultado de la aplicación de esta propuesta se identifican deficiencias en el proceso de toma de decisiones y en las interrelaciones de información entre procesos que permiten determinar acciones correctivas y preventivas, que demostraron tener un impacto positivo en el desempeño empresarial. También se contribuye a superar el aislamiento disciplinar al integrar análisis del negocio y de especialistas en tecnologías de información.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en el presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Simchi-Levi D, Kaminsky P, Simchi-Levi E. *Managing the Supply Chain*. New York, United States of America: Mc-Graw Hill; 2004. p. 321.
2. Boon-itt S, Paul H. *Measuring Supply Chain Integration Using the Q-Sort Technique*. In: Kotzab H, Seuring S, Müller M, Reiner G, editors. *Research Methodologies in Supply Chain Management*. Germany: Physica-Verlag Heidelberg; 2006. p. 619.
3. Haasis HD, Kreowski HJ, Scholz-Reiter B. *Dynamics in Logistics: First International Conference, LDIC 2007*. Bremen, Germany, August 2007. *Proceedings*. Bremen, Germany: Springer; 2008.
4. Dekkers R, editor. *Dispersed Manufacturing Networks: Challenges for Research and Practice*. London: Springer; 2009.
5. Laudon KC, Laudon JP. *Sistemas de información gerencial*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación; 2012. p. 624.
6. Weske M. *Business Process Management. Concepts, Languages, Architectures*. Berlin: Springer; 2007.
7. Themistocleous M, Irani Z, Love PED. *Evaluating the integration of supply chain information systems: a case study*. *Europ J Operat Res*. 2004;159(2):393-405.
8. Woznica J, Healy K. *The level of information systems integration in SMEs in Irish manufacturing sector*. *J Small Bus Enterp Developm*. 2009;16(1):115-30.
9. Hernández Lantigua D. *Plan de Sistemas de Información en Movitel [Master's degree thesis]*. La Habana: Movitel. ISPJAE; 2015.

10. Pérez Armayor D. Technology combinations decision model for supply chains information systems integration. Marx Gómez JC, editor. Oldenburg, Germany: Shaker Verlag; 2014. p. 174.
11. Ortega González Y, Izquierdo Roda E, Stuart Cárdenas ML, García Fenton V, Escandón Bon R, Padrón Astorga S, et al. El ingeniero industrial en la concepción de los sistemas informativos empresariales. Apuntes y compilación de artículos. La Habana: Editorial Félix Varela; 2007. p. 321.
12. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management: creating value-adding networks. Harlow, England: Prentice Hall; 2005. p. 320.
13. Helo P, Xiao Y, Jiao JR. A web-based logistics management system for agile supply demand network design. J Manufact Technol Manag. 2006;17(8):1058-77.
14. León Alen EO. Plan de Sistemas de Información. Aplicación en Grupo Empresarial Farmacéutico [Master's degree thesis]. La Habana: ISPJAE; 2013.
15. Pérez Armayor D, Hernández Lantigua D. Diagnóstico de sistemas de información en Movitel. La Habana: III Taller de Informática Empresarial. VIII Simposio de Ingeniería Industrial y Afines de la Decimoséptima Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. CUJAE; 2014.
16. Pérez Armayor D, Hernández Lantigua D, León Alen EO, Díaz Batista JA. Use of a Decision Support Model for Information Technology Evaluation in Cuban Enterprises. Mazatlan, Mexico: Fourth International Workshop on Knowledge Discovery, Knowledge Management and Decision Support Eureka Workshop 2013. Atlantis Press; 2013.
17. León Alen EO, González de la Torre V, Pérez Armayor D, Díaz Batista JA. Aplicación de un plan de sistemas de información en un grupo empresarial farmacéutico. Nueva Empresa. Rev Cubana Gest Empr. 2013;9(1):10-7.
18. Pérez Armayor D, Díaz Batista JA, Marx Gómez JC. Toward an integration technology selection model for information systems integration in supply chains. Communications in Computer and Information Science. CCIS. 2011;83:187-94.
19. Pérez Armayor D. Aplicación de un modelo de planificación integrada en la cadena de suministro de aceite comestible en Cuba [Master's degree thesis]. La Habana: ISPJAE; 2007.
20. Fernández Pérez J, González Sardiñas L, Pérez Armayor D. Software evaluation in the company SEISA Corp. Mazatlan, Mexico: Fourth International Workshop on Knowledge Discovery, Knowledge Management and Decision Support Eureka Workshop, 2013. Atlantis Press; 2013.
21. Kandjani H, Mohtarami A, Taghva MR, Andargoli AE. Classification and comparison of strategic information systems planning methodologies: a conceptual framework. Int J Enterp Inf Syst. 2014;10(1):1-10. DOI: 10.4018/ijeis.2014010101.
22. Hernández Lantigua D, Pérez Armayor D, León Alen EO, Infante Abreu MB, Blanco González J. Propuesta de proceso de planificación de sistemas de información para la industria biofarmacéutica cubana. Rev Cubana Inform Cienc

Sal. 2016 [citado 12 de abril de 2012];27(2). Disponible en:
<http://www.rcics.sld.cu/index.php/acimed/issue/view/27>

23. Ministerio de Administraciones Públicas de España. Métrica. Versión 3. Madrid: Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de sistemas de información; 2000.

24. Niu L, Lu J, Zhang G. Cognition-Driven Decision Support for Business Intelligence. Models, Techniques, Systems and Applications. Kacprzyk J, editor. Berlin: Springer; 2009.

25. Ceruto Cordovés T, Rosete Suárez A, Espín Andrade RA. Descubrimiento de predicados a través de la búsqueda metaheurística. La Habana: ISPJAE; 2009.

26. Emmett S, Crocker B. The Relationship-Driven Supply Chain: Creating a culture of collaboration throughout the chain. Hampshire, England: Gower Technical Press; 2006. p. 187.

27. Stadtler H, Kilger C. Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software and case studies. Germany: Springer; 2005.

28. Gillyard AE. The relationships among supply chain characteristics, logistics and manufacturing strategies and performance. Ohio: Ohio State University; 2003.

29. de Sousa Pereira RF. A Maturity Model for Implementing ITIL v3. Lisboa: Universidad Técnica de Lisboa; 2010.

30. Cavinato JL. What's Your Supply Chain Type? Supply Chain Management Review. 2002;60:6.

Recibido: 27 de enero de 2016.

Aprobado: 26 de abril de 2016.

Dania Pérez Armayor. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba. Correo electrónico: danial@ind.cujae.edu.cu