

## **Modelación de la dependencia y estructura del conocimiento en procesos de trabajo. Una aplicación en la industria cubana del software**

### **The knowledge dependence and structure modelling in work processes. An application to the Cuban software industry**

*Carlos Rolando Macías Gelabert,\* Allán Francisco Aguilera Martínez*

Colectivo de Estudio del Trabajo, Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Carretera de Camajuaní, Km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, CP 54 830, Cuba.

(Recibido el 17 de abril de 2009. Aceptado el 4 de noviembre de 2010)

#### **Resumen**

En este documento se propone un método general para la modelación de la dependencia y estructuración del conocimiento en procesos de trabajo a partir de su selección, registro y análisis. Este método fue aplicado en una organización cubana dedicada al desarrollo de aplicaciones software localizada en la provincia de Villa Clara, sobre la base de que sus procesos son el área de aplicación de dicho conocimiento. A partir de este enfoque, se identifica inicialmente la dependencia de conocimiento entre las actividades utilizando la matriz de la estructura de diseño. Los portadores de conocimiento tácito o explícito por actividad del proceso se identifican utilizando la modelación del perfil de conocimiento, mostrándose los portadores de conocimiento tácito o explícito requerido. Se evalúa el nivel de apoyo brindado en cada actividad para el desarrollo del proceso de Gestión del Conocimiento, así se evalúa su coherencia de forma cuantitativa y cualitativa.

---- *Palabras clave:* Gestión del Conocimiento, procesos de trabajo del conocimiento, modelación

#### **Abstract**

This paper presents a method for modelling integrated knowledge flows into a software process in a Cuban organization located at Villa Clara province following a selection, registration and analysis sequence. The principle of

---

\* Autor de correspondencia: teléfono: + 53 + 4 + 228 14 48, correo electrónico: gelabert@uclv.edu.cu (C. Macías)

those processes is the application area of knowledge. From that point of view, dependences between activities and their profile are found first, thus the required resources are identified and the tacit or explicit bearers are defined too. The support provided to the activities for the knowledge core process is assessed and the coherence of that process is quantitative and qualitatively analyzed.

----- *Keywords:* Knowledge management, knowledge work processes, modelling

## Introducción

Los cambios producidos en los sistemas de trabajo en los últimos años, a partir de la creciente introducción de las tecnologías de la información y la comunicación; así como del reconocimiento de la importancia de los recursos intangibles de la organización como fuente de ventaja competitiva, está elevando la atención de académicos y empresarios en los procesos de trabajo con uso intensivo del conocimiento.

Entre las características fundamentales de los sistemas de trabajo con procesos de esta naturaleza se encuentran que, éstos se desarrollan a través de la utilización de un cuerpo de conocimientos teóricos, abstractos y especializados; y sobre la base de la autonomía de los actores humanos del sistema, para crear e innovar productos y procesos intensivos en el recurso conocimiento a través de la tecnología incorporada en ellos. En general, la mayor parte de las veces la materia prima en proceso es la información y el resultado final es de naturaleza intangible, adquiriéndose nuevo conocimiento como soporte al existente, requiriéndose que el recurso sea accesible por los actores en el lugar y tiempo apropiados para poderlo aplicar en las actividades y tareas cotidianas.

Estos cambios han hecho surgir importantes interrogantes, entre las que se encuentran: ¿cómo puede ser identificado y estructurado el conocimiento dentro o entre procesos organizacionales?, ¿cómo puede brindarse soporte a los flujos de conocimiento identificados?, ¿sobre la base de qué criterios clasificar y seleccionar los procesos de este tipo para su análisis y (re)diseño

de manera tal que pueda elevarse la productividad de los actores humanos?

La integración de flujos de conocimiento y de trabajo se ha convertido en un tema popular de investigación en años recientes, debido a que ambos tienen lugar de manera simultánea. Los flujos de conocimiento están compuestos por actividades de generación, almacenamiento, transferencia y aplicación de conocimiento que es necesario para los empleados en la producción y los servicios. Muchas de las técnicas tradicionales de modelación de procesos de trabajo no capturan totalmente a dichos flujos de conocimiento, ya que se concentran fundamentalmente en el mejoramiento o cambio radical de los de trabajo.

Esta problemática ha conducido a considerar la necesidad de integrar la gestión de procesos de trabajo y del conocimiento, dando lugar al surgimiento en años recientes el enfoque de Gestión del Conocimiento Orientada a los Procesos Organizacionales, el cual brinda una herramienta valiosa para obtener soluciones holísticas en la implementación de intervenciones destinadas a brindar soporte a los actores humanos involucrados en procesos de trabajo con uso intensivo del conocimiento.

## Metodología

El método general propuesto incluye un grupo de herramientas que contribuyen a la modelación de la estructuración y dependencia del conocimiento en procesos de trabajo, donde se plantea una secuencia de selección, registro y análisis en aras de obtener información destinada a la toma de decisiones de (re)diseño, lo que está dirigido a

satisfacer las exigencias del sistema de trabajo impuestas a los actores humanos.

Para la selección del proceso piloto, se consideraron los tres criterios siguientes:

- Intensidad de conocimiento y complejidad de las tareas y actividades.
- Factores de índole económica, técnica y de reacciones humanas.
- Prioridad según el impacto del proceso en los objetivos principales de la empresa.

De acuerdo con el primer criterio, la relación conocimiento-proceso se analiza desde tres perspectivas: el conocimiento externo al proceso y que influye en su ejecución, el interno al proceso y el que fluye desde él. Un proceso de trabajo podrá clasificarse como más ó menos intensivo en conocimiento, dependiendo de cuánto del valor para los clientes internos y externos a dicho proceso puede crearse satisfaciendo las necesidades de conocimiento de los actores humanos que en él intervienen [1]. Existen tres categorías fundamentales:

- Proceso formal: relativamente estable y definible, no cambia con frecuencia en el tiempo.
- Proceso semi-formal: más dinámico que el anterior y parcialmente definible debido a los cambios frecuentes.
- Proceso emergente: con una dinámica y variabilidad elevadas en su ejecución, requiriendo gran creatividad en los empleados que en él participan.

La complejidad del proceso se relaciona con las características del diseño del producto y su desarrollo, que establecen un determinado nivel de procesamiento de la información y la toma de decisiones por parte de los actores humanos; así como los factores de diseño del sistema de trabajo.

De acuerdo con el segundo criterio, en lo económico se tiene en cuenta la necesidad de

estudiar actividades que contribuyen a pérdidas de tiempo; así como flujos importantes de información entre unas y otras que pueden retrasar al proceso como un todo. En lo técnico, se considera la posibilidad de acortar el tiempo de ejecución de actividades desde una perspectiva de la tecnología; y el tercer factor está relacionado con los sentimientos e impresiones que despertará el estudio del proceso y los cambios que ello pudiera traer para los empleados.

El tercer criterio permite establecer prioridades que dependen del escenario estratégico en que se encuentra la organización. Para ello se aplica la matriz de selección de procesos, en dos rondas según el Método Delphi, en la cual se totalizan las puntuaciones de los valores asignados por expertos seleccionados a partir de una escala ordinal de 1 a 3 por el método de tasación simple [2].

Para el registro del proceso se ha considerado la posibilidad de utilizar las siguientes herramientas gráficas [3]:

- Mapas de Procesos (*Data Flow Diagrams*).
- Modelación 3C (coordinación, cooperación y cooperación).
- Diagrama de la Cadena de Eventos del Proceso.
- Lenguaje de Modelación Unificado (*Unified Modelling Language*).
- Metagrafos.
- Notación para Modelación de Procesos Organizacionales (*Business Process Modelling Notation*)

En este trabajo se ha utilizado el Mapa de Procesos, el cual permite tener en cuenta relaciones secuenciales, simultáneas; así como flujos alternativos entre las actividades o de tipo lógico *AND* (retrocesos luego de la ejecución de actividades simultáneas) y *OR* (retrocesos luego de la ejecución de actividades alternativas).

Para el análisis del proceso se han establecido los pasos siguientes:

### ***Paso 1 Determinación de la dependencia de conocimientos***

Para determinar la inter-dependencia entre actividades en relación al recurso conocimiento requeridos por los empleados, se utilizó la matriz de la estructura de diseño (MED).

Con MED se pueden representar y analizar actividades entre las que existe dependencia para compartir recursos materiales, de información o conocimiento. Puede ser utilizada para representar relaciones complejas en procesos de planeamiento de proyectos o desarrollo de productos, y sus posibilidades de modelación para la representación y análisis de procesos organizacionales permite utilizarla para:

- Definir arquitecturas de procesos y sistemas organizacionales.
- Diseño de estructuras organizacionales con interacción entre equipos de trabajo.
- Modelación de flujos de información y conocimiento entre actividades.

Para la determinación de la dependencia de conocimiento y su importancia relativa entre actividades se propone utilizar el Método Delphi.

Los expertos seleccionados deben tener conocimientos para:

- Valorar las necesidades de información y conocimiento requerido por los actores pertenecientes a actividades diferentes.
- Valorar la importancia relativa de la dependencia del conocimiento en la realización de las actividades y tareas del proceso.

### ***Paso 2 Modelación genérica de actividades***

Para el análisis del perfil de conocimiento de cada actividad del proceso seleccionado, se utilizó el enfoque de la modelación genérica de actividades [4].

En este paso se modela cada una de las actividades del proceso, pudiéndose considerar y estructurar

al conocimiento como un recurso utilizado por los actores humanos en el desempeño de las tareas. Este enfoque involucra tres tipos de objetos en la modelación: orden, recurso y producto.

El conocimiento organizacional se modela como una subclase del objeto recurso, y puede descomponerse en subclases diferentes en correspondencia con dominios específicos. También este se puede enlazar con otras subclases.

El objeto orden representa la formulación de metas relacionadas con la actualización del conocimiento organizacional para satisfacer las necesidades de los actores, tanto las de la propia actividad, como en otras dentro del propio proceso de trabajo ó a las pertenecientes a otros externos a él. Ello debe estar soportado por la implementación de iniciativas que contribuyen a la ejecución del proceso de la Gestión del Conocimiento.

El objeto producto representa a la materia prima en su transformación desde un estado inicial  $n$  a uno final  $n + 1$ . El conocimiento organizacional es necesario para su producción, convirtiéndolo en un recurso incorporado en ese estado final; así como en conocimiento explícito disponible.

En este método, el conocimiento se estructura dividiéndolo en dos categorías: el que se transforma a través de las actividades de procesamiento (*know-how*) y el que se encuentra dentro del proceso (*know-what*), representado por los recursos utilizados y productos suministrados por dichas actividades.

El recurso dominios de conocimiento representa al contenido de este, necesario para llevar a cabo las actividades de procesamiento. El recurso portador de conocimiento, subclase actores, representa a los expertos que lo poseen y por lo tanto, la dimensión tácita; así como las subclases base electrónica y documentos representan a la dimensión explícita, respectivamente.

## **Resultados y discusión**

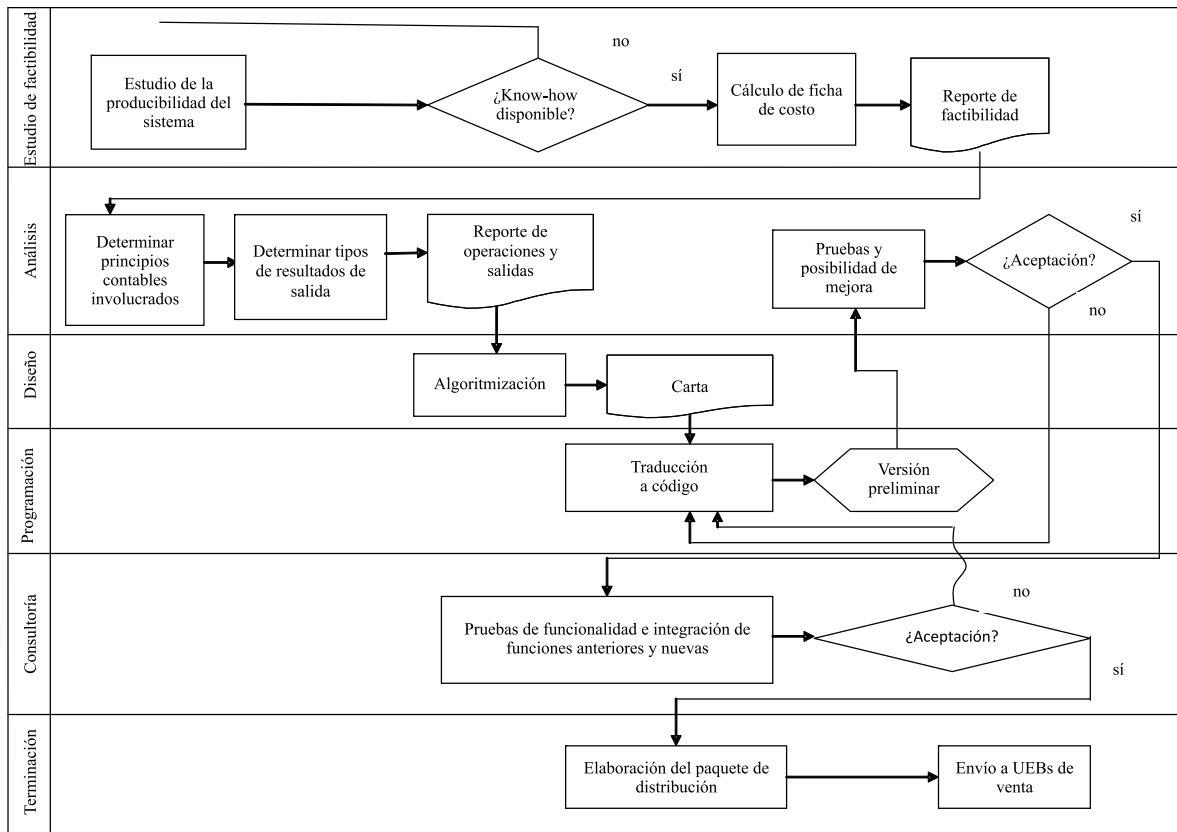
La aplicación del método general propuesto en la Unidad Empresarial de Base TEICO “Casa del Soft Villa Clara” han permitido reunir un

conjunto de informaciones importantes referidas a uno de sus procesos de trabajo, que contribuyen a la toma de decisiones para su (re)diseño en aras de elevar la productividad de los empleados.

Tomando en consideración que esta es una organización en la que predomina el trabajo en equipos virtuales compuestos por profesionales de los campos de las Ciencias de la Computación y la Contabilidad, los que realizan actividades de naturaleza cooperativa y caracterizadas por la utilización de profundos conocimientos y la creatividad en los actores; así como la no repetición frecuente en las tareas, se seleccionó

el proceso de diseño y desarrollo de software, de acuerdo con el primer criterio.

El mapa del proceso fue utilizado para el registro, mostrándose en la figura 1. La existencia de retrocesos del objeto de trabajo en su transformación entre las actividades de Programación y Análisis; así como entre Consultoría y Programación, contribuyen a la interrupción en la continuidad del flujo y un alargamiento del ciclo de tiempo, factores espaciales y temporales que afectan la eficiencia del sistema del trabajo y representan una oportunidad para el mejoramiento del proceso.



**Figura 1** Mapa del proceso de diseño y desarrollo de software

El nivel de dependencia relativa de conocimientos entre actividades ha sido evaluado a través del Método Delphi propuesto, cuyo número se determinó a partir de la expresión 1, seleccionándose a los jefes de actividades y al jefe del proyecto como miembros; mostrándose los

resultados en la tabla 1. Estos expertos utilizaron la escala ordinal de 1 a 3 propuesta para asignar peso a la dependencia, en la que 1 representa baja y 3 alta dependencia, respectivamente.

Para determinar el nivel de consenso entre los expertos, se utilizó la expresión 2. El índice

de consenso mostró un valor superior al 60 %, criterio que los autores adoptaron como suficiente para la validez de sus respuestas.

	<b>(1-α)</b>	<b>k</b>
	0,90	2,6896
	0,95	3,8416
	0,99	6,6564

$$n_e = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2} \quad (1)$$

Donde:

$n_e$ : cantidad de expertos.

$p$ : error estimado.

$i$ : precisión deseada en la estimación.

$k$ : constante computarizada que depende del nivel de confianza (1-α).

$$ICS = \left( 1 - \frac{S_E}{S_L} \right) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

ISC: índice de consenso entre los expertos.

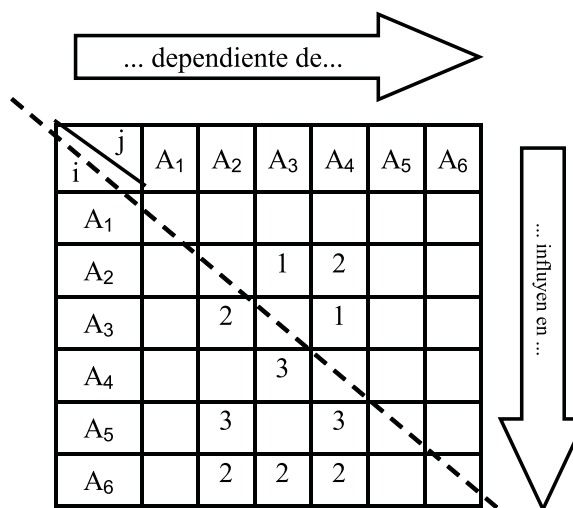
$S_L$ : desviación estándar máxima posible.

$S_E$ : desviación estándar del juicio de los expertos.

**Tabla 1** Relación de expertos y años experiencia en la organización

Experto No.	Cargo	Años de experiencia
1	Jefe del proyecto	20
2	Jefe de análisis	15
3	Jefe de programación	16
4	Jefe de diseño	12
5	Jefe de Consultoría	8
6	Actor del área de análisis	14
7	Actor del área de programación	12

La aplicación del método en dos rondas dio como resultado la matriz que se muestra en la figura 2.



**Figura 2** Dependencia relativa de conocimiento entre actividades del proceso

A partir de la matriz se obtienen los niveles de la influencia y la dependencia porcentuales por actividades, los que se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2** Niveles de dependencia e influencia de conocimiento entre actividades

Actividad	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>
Nivel de la dependencia	-	20	20	10	20	-
Nivel de la influencia	-	30	30	<b>40</b>	-	30

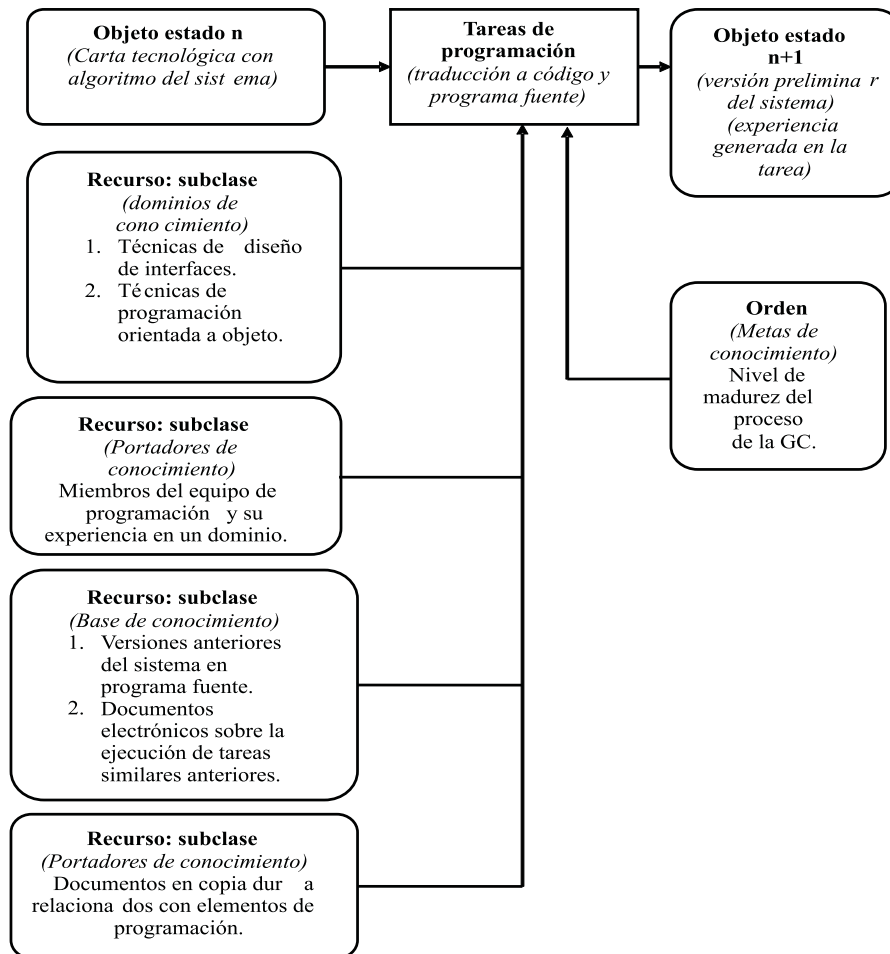
En la tabla 2 se observa que la actividad 4 (Programación) representa la de mayor influencia, es decir, desde la que se demanda la mayor cantidad de conocimiento por otras actividades.

Para la modelación genérica de las actividades, se muestra el resultado obtenido en su aplicación a la actividad 4, para lo cual se solicitó la asistencia de miembros del equipo y del experto (jefe de la actividad). Se pudo identificar los dominios de conocimiento y otros objetos presentes en la actividad; así como elementos específicos en la

ejecución de las tareas, y la experiencia generada en las mismas, lo que se muestra en la figura 3.

En este diagrama se observa como se combinan los tres tipos de objetos: orden recurso y producto. El conocimiento organizacional aplicado en la tarea de traducción a código y elaboración del

programa fuente está definido por subclases de dominios específicos; así como se identifican los otros recursos: portadores humanos, bases electrónicas de conocimiento y documentos en copia dura, necesarios para el desarrollo del trabajo en la actividad, definiéndose así disponibilidad de forma tácita o explícita.



**Figura 3** Modelación genérica de la actividad de programación

Se pudo identificar la siguiente generación de contenidos de conocimiento en dominios específicos durante la ejecución de las tareas de programación:

**Programación orientada a objeto (A):**

- Trabajo con clases (tipo de datos abstractos y su implementación parcial o total). Describen la representación de un tipo de objeto o conjunto de ellos.

- Trabajo con objetos (instancias de la clase a la que se asocia un estado determinado relacionado con el valor de sus propiedades).

**Interfaz del programa (B):**

- Trabajo con formularios y modificación de propiedades en componentes.
- Trabajo con ventanas (alineación de los puntos en las rejillas).

- Modificación de propiedades (definición de características que afectan el aspecto de un componente insertado en un formulario, como color o font, por ejemplo).

En este trabajo se ha mostrado a manera de ejemplo, la estructuración del conocimiento dentro de la actividad 4, lo cual debe realizarse con cada una de ellas para facilitar la creación de una estructura de conocimientos apropiada a las necesidades de todos los empleados.

Se pudo identificar la ausencia de un método de soporte a la formulación de metas de conocimiento (objeto orden) dentro de las actividades del proceso; así como de un proceso que contribuya a su generación, almacenamiento, transferencia y posterior aplicación por los actores.

### Conclusiones

- Existe la necesidad de un enfoque que integre flujos de trabajo y de conocimiento en la gestión de procesos, de manera que permita implementar soluciones de (re) diseño que contribuyan a la elevación de la productividad de los actores humanos.
- La selección de un proceso de trabajo con uso intensivo del conocimiento en aras de su gestión puede realizarse a partir de tres criterios fundamentales que permiten considerar diversos factores. La combinación de dos criterios facilitó determinar la prioridad de acuerdo con la naturaleza específica del proceso seleccionado.
- El empleo de la matriz de la estructura de diseño contribuye a determinar la dependencia relativa de conocimientos entre los actores

humanos dentro del proceso seleccionado. Se pudo identificar la actividad de mayor influencia sobre el resto con relación a este recurso; así como las interacciones entre éstas, lo cual permite ser utilizado para reorganizar el trabajo.

- La modelación genérica de actividades contribuye a estructurar el conocimiento dentro del modelo del proceso de trabajo. Su utilización ha permitido identificar los diferentes portadores de este recurso que definen su dimensión tácita ó explícita; así como la ausencia de formulación de metas dentro de dichas actividades que contribuyan a la implementación de iniciativas de Gestión del Conocimiento integradas al proceso.

### Referencias

1. N. Gronau, E. Weber. "Management of knowledge intensive business processes." *Proceedings of the Business Process Management: Second International Conference*. Potsdam (Germany). June 17-18. 2004. Ed. Springer Verlag, Heidelberg (Alemania). 2004. pp. 3-4.
2. S. A. Cuesta. *La Organización del Trabajo en la GRH. Tecnología de Gestión de Recursos Humanos*. 2ª.ed. Ed. Academia. La Habana (Cuba). 2005. pp. 2-9.
3. T. Gärtner, S. Neuhöfer. *Modeling and optimizing workflows*. Institute of Industrial Engineering and Ergonomics. RWTH Aachen University. Aachen. Alemania. 2007. [www.iaw.rwth-aachen.de](http://www.iaw.rwth-aachen.de) Consultada el 7 de mayo de 2008.
4. K. Alwert, Ch. Ulbrich. *Business Process Oriented Knowledge Management for research*. Instituto Fraunhofer para los Sistemas de Producción y Tecnología de Diseño. Berlín. Alemania. 2001. [www.knowledgeboard.com](http://www.knowledgeboard.com). Consultada el 28 de marzo de 2008.