

Experiencias en la aplicación de Modelado de Procesos de Negocio (BPM) en el sector sanitario*

José M. Framiñán Torres¹, Carlos Parra Calderón², Rafael Ruiz-Usano¹, Pedro L. González Rodríguez¹

¹ Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla. Avenida de los Descubrimientos, s/n. 41092 Sevilla. jose@esi.us.es (J.M. Framiñán), pedroluis@esi.us.es (P.L. González), usano@esi.us.es (R. Ruiz Usano)

² Hospitales Universitarios “Virgen del Rocío”, Avenida de Manuel Siurot, s/n. 41013 Sevilla. carlos.parra.sspa@juntadeandalucia.es

Resumen

Esta comunicación se deriva de las experiencias obtenidas mediante la participación de los autores en un proyecto de rediseño y reingeniería de procesos de un conjunto de servicios de salud implantados en distintos hospitales nacionales. Una de las primeras fases del proyecto consistió en el modelado del conjunto de procesos actuales (modelos as-is) para su posterior análisis mediante simulación y la obtención de modelos que representen los procesos objetivo (modelos to-be). En esta comunicación se describe la metodología empleada en el proyecto y se realiza una discusión de las ventajas y limitaciones de la aplicación del modelado de procesos en el sector de la salud.

Palabras clave: modelado de procesos de negocio, simulación, sanidad, telemedicina

1. Introducción

El rediseño y la reingeniería de los procesos sanitarios es, en la actualidad, una cuestión clave para los gestores de hospitales y responsables de sistemas de salud. Por una parte, el envejecimiento de la población en los países desarrollados está configurando un nuevo tipo de paciente (usuario/cliente del sistema) que, aunque la mayor parte del tiempo no precisa hospitalización, en cambio sí requiere una atención y seguimiento continuados en sus domicilios con fases de tratamiento más o menos intensas. Así, los hospitales y centros de salud deben adaptar su estructura organizativa tradicional (en términos de procedimientos y recursos) a este nuevo tipo de servicio domiciliario.

Por otra parte, los avances en telemedicina han posibilitado la prestación eficiente de esta atención domiciliaria. Sin embargo, a menudo la introducción de la telemedicina se ha realizado a impulsos de los avances tecnológicos y desde una perspectiva orientada a funciones, por lo que en algunos casos los efectos beneficiosos de la automatización de determinadas funciones no se han traducido en una mejora del proceso global.

* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación con financiación procedente del Ministerio de Sanidad y Consumo (Proyecto G03/117 “Nuevos modelos de servicios sanitarios utilizando telemedicina”), y en la Red Temática de Investigación Cooperativa “Servicios de Salud basados en Telemedicina”.

En este trabajo se presentan las experiencias derivadas de la participación de los autores en un proyecto de investigación dentro de una Red Temática de Investigación Cooperativa en la que participan distintos hospitales pertenecientes a los distintos sistemas de salud del Estado. La Red está constituida por catorce nodos pertenecientes a once Comunidades Autónomas, y comprende un total de 126 investigadores. El objeto de la red es proporcionar un conjunto de herramientas –tanto metodológicas y de modelado de procesos como componentes *hardware* y *software* – que faciliten el diseño, implementación y evaluación de los (nuevos) servicios sanitarios mediante el empleo de telemedicina. En este contexto, uno de los grupos de trabajo de la red está encargado de investigar los cambios organizativos y el (re)diseño de estos servicios sanitarios con vistas a la aplicación de telemedicina.

Desde un punto de vista de gestión de procesos, el objetivo del grupo de trabajo es la aplicación al campo sanitario de técnicas bien conocidas en el ámbito de los procesos de negocio: se obtienen modelos de los procesos actuales (modelos *as-is*) mediante técnicas de modelado de procesos de negocios (BPM – *Business Process Modelling*) y se busca la obtención de procesos mejorados (*to-be*) bien mediante técnicas de rediseño o reingeniería de los mismos, jugando un papel muy importante en estas mejoras la introducción de Tecnologías de la Información (es decir, en el caso particular de los procesos sanitarios, la introducción de Telemedicina). En este trabajo nos centraremos en la fase de modelado de los procesos sanitarios.

2. BPM en los servicios de salud

Un proceso (de negocio) puede definirse como un conjunto de actividades relacionadas que se lleva a cabo en un negocio u organización con el objetivo de obtener un determinado resultado (Davenport y Short 1990). Además, estas actividades deben crear valor para el cliente del negocio u organización (Gunasekaran y Kobu 2002). El rediseño de los procesos de negocio (*Business Process Redesign* o BPR) agrupa aquellas iniciativas que tienen como objetivo la obtención de mejoras significativas en la organización por medio del incremento de la eficiencia y efectividad de los procesos de negocio clave en la organización (Wastell *et al.* 1994). Dentro del BPR se pueden distinguir dos enfoques:

- Enfoques de tipo ‘de arriba abajo’ (*top-down*) que persiguen cambios radicales en la organización, y entre los que se incluirían la Reingeniería de Procesos de Negocio (*Business Process Re-engineering*) (Hammer 1990) y la Innovación de Procesos (*Process Innovation*) (Davenport 1993).
- Iniciativas de un ámbito más reducido que siguen un enfoque ‘de abajo a arriba’ (*bottom-up*) y que buscan mejoras de tipo incremental (mejora de los procesos de negocio o *Business Process Improvement*) (Harrington 1991).

En general, la mayor o menor conveniencia de estos enfoques es una cuestión abierta (MacIntosh 2003). De hecho, los autores de los trabajos seminales en Reingeniería de Procesos de Negocio reconocen que, en la práctica, los cambios introducidos en las organizaciones mediante la Reingeniería no han sido tan radicales como se esperaba en un principio (Champy 1995, Hammer y Stanton 1995), o (Hammer y Stanton 1995) –. Además, es corriente que en un proyecto de reingeniería también se identifiquen pequeñas mejoras, por lo que ambos enfoques pueden verse como complementarios (Kelada 1996).

Una vez que se ha seleccionado un proceso para su rediseño, es preciso modelarlo con cierto nivel de detalle. El modelado de procesos de negocio (BPM o *Business Process Modeling*) está orientado al desarrollo de modelos de alto nivel que describen cómo opera la organización, qué procesos tiene y cómo atraviesan las distintas áreas funcionales de la organización (Hammer y Champy 1993). El objetivo de estos modelos es el de proporcionar posibles escenarios de mejora (Ould 1995). Así, se considera que BPM es una parte fundamental del BPR y del análisis de sistemas en general (Flynn 1992, Wastell *et al.* 1994).

Para conseguir sus objetivos, BPM debe ser capaz de representar al menos las perspectivas funcional, organizacional, de comportamiento y de información (Curtis *et al.* 1992).

La simulación de procesos de negocio (*Business Process Simulation* o BPS) es una herramienta que tiene sus raíces en el análisis de sistemas de fabricación, pero que puede ser empleada para ayudar a la gestión del cambio en una gran variedad de entornos de servicios (Greasley 2003). Se emplea no sólo para predecir el comportamiento del modelo 'to-be', sino también para construir un modelo del proceso 'as-is', de forma que se pueda comprender el proceso y medir las variaciones que tienen lugar en los indicadores clave de funcionamiento.

Desde un punto de vista de procesos, un hospital consiste en un elevado número de procesos relacionados a través de una relación cliente/servidor (Amberg y Gräber 1996). Por ello, las metodologías, técnicas y herramientas que se aplican para el BPM en otras empresas pueden ser aplicadas también a los servicios de salud. De hecho, en los últimos tiempos, los sistemas de información de los hospitales (HIS - *Hospital Information Systems*) están siendo reorientados hacia los procesos de salud (Reichert *et al.* 1998).

Aunque más bien escasos, ha habido varios intentos documentados de aplicación de BPM a los servicios de salud (ver, por ejemplo (Amberg y Gräber 1996, Kim y Kim 1997, Maij *et al.* 2002, Sprengel *et al.* 2003, Waring y Wainwright 2002, Wastell *et al.* 1994). No obstante, no hemos obtenido referencias sobre la aplicación de BPM con el objetivo específico de la introducción de telemedicina.

3. Caso de estudio

3.1. Objeto del proyecto

Como ya se ha comentado, el objetivo de la red es el de proporcionar un conjunto de herramientas –tanto metodológicas y de modelado de procesos como componentes *hardware* y *software* – que faciliten el diseño, implementación y evaluación de los (nuevos) servicios sanitarios mediante el empleo de telemedicina en cuatro procesos de atención domiciliaria seleccionados como casos de uso. Dentro de este objetivo global, se han establecido una serie de objetivos específicos relativos a cada uno de los aspectos (organizativos, de *hardware* y de *software*) en los que se pueden aportar herramientas. Así, uno de los grupos de trabajo de la red está encargado de investigar los cambios organizativos y el (re)diseño de estos servicios sanitarios con vistas a la aplicación de telemedicina. Dentro de este objetivo específico, se han identificado los siguientes entregables:

- Una metodología para el modelado de procesos de servicios de salud. Como ya se ha comentado, existen muy pocas experiencias en este campo, por lo que una de las misiones

del grupo de trabajo es adaptar al sector (y/o combinar) metodologías genéricas para BPM.

- Modelos ‘*as-is*’ representativos de los casos de uso anteriormente mencionados. El objetivo de la obtención de estos modelos es el de promover la discusión entre los nodos de la red acerca de cómo estos servicios deberían ser ofertados (analizar los procesos).
- Modelos de referencia que puedan servir de base para la construcción de modelos ‘*to-be*’ específicos en cada uno de los hospitales de la red. Puesto que se espera que al menos algunas de las funciones de los modelos *to-be* sean implementadas empleando Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs), estos modelos no contener únicamente descripciones a alto nivel, sino que deben contener descripciones formales a bajo nivel (diagramas de UML) que faciliten el desarrollo de *software* y *hardware* en las funciones críticas del proceso que sean identificadas como susceptibles de mejora mediante su automatización.

3.2. Metodología

El proyecto se ha llevado a cabo siguiente un enfoque que resulta de la adaptación del descrito en (Aguilar *et al.* 1999a). Este enfoque consiste en las siguientes fases:

- 1) construir los modelos ‘*as-is*’
- 2) análisis del funcionamiento de los modelos ‘*as-is*’
- 3) diseño de los modelos ‘*to-be*’
- 4) implementación de los modelos ‘*to-be*’.

En el proyecto, el análisis de los modelos ‘*as-is*’ y el diseño de los modelos ‘*to-be*’ se han refundido en una única fase. El objetivo de esta unión es el de conectar la discusión de los modelos ‘*as-is*’ con la construcción de los modelos ‘*to-be*’. Por otra parte, ya se ha comentado que esta comunicación se centrará en los aspectos de modelado y diseño, que son descritos en detalle en los siguientes apartados.

3.2.1. Construcción de los modelos *as-is*

Tras examinar experiencias similares, como las de (Aguilar *et al.* 1999b, Buchanan 1998), se decidió seguir un método específico para la construcción de los modelos ‘*as-is*’. Según este enfoque, se establecieron tres equipos para cada proceso a modelar:

- *Equipo de usuarios*. Este equipo está integrado por actores del proceso específicos (personal sanitarios), así como por un experto en modelado de procesos para guiar las discusiones del grupo y facilitar su interfaz con el resto de grupos. El objetivo de este grupo es el obtener una descripción semi-formal del proceso, mediante una serie de entrevistas abiertas. Puesto que prácticamente al inicio del proyecto quedó demostrado que – dada la fuerte orientación a funciones de la organización – la mayor parte de los usuarios sólo eran capaces de describir partes limitadas del proceso, en algunos casos se recurrió a una especie de técnica de *storyboarding* (similar al sentido que tiene en UML y en el Proceso Unificado de Rational): en estas entrevistas, los usuarios debían reproducir un episodio específico (escenario) dentro de sus actividades, describiendo de esta manera un recorrido concreto de los pacientes en el proceso. Esta técnica también guarda

similitudes con el “*mystery shopper*” (Buchanan 1998), también empleado en procesos de servicios de salud.

- *Equipo de modelado.* El objetivo de este equipo es transformar las descripciones del grupo de usuarios en modelos formales expresados en la técnica seleccionada (diagramas EPCs de ARIS). Este grupo está formado por expertos en modelado. Cada proceso ha sido modelado en dos niveles: un modelo a alto nivel con no más de 10 macro-funciones por proceso, cada una de las cuales se podía descomponer en diagramas EPC de bajo nivel. En la literatura, estos niveles son descritos como conceptual y de implementación, respectivamente (Kim y Kim 1997). De la misma forma, se construyó un modelo de simulación de alto nivel partiendo del modelo de nivel conceptual. Los datos adicionales que se requirieron para la simulación fueron obtenidos de las bases de datos del hospital, así como de rondas de entrevistas adicionales con los responsables de las distintas unidades. Si el nivel de detalle era considerado suficiente como para validar en modelo, entonces no se realizaban más refinamientos en los modelos de simulación. Si durante la fase de análisis se identificaban mejoras potenciales en funciones de alto nivel, entonces se procedía a la construcción de un modelo de simulación de bajo nivel para la función específica.
- *Equipo de validación de los modelos.* El objetivo de este equipo es el de validar (o rechazar) los modelos que proporciona el equipo de modelado. Este equipo está integrado tanto por usuarios como por expertos en modelado. En la mayor parte de los procesos, la validación se ha llevado a cabo en dos fases: la validación del modelo estático, y la validación del modelo dinámico, ya que en muchos casos los modelos estáticos debieron ser revisados tras la obtención de los resultados de simulación.

Finalmente, se estableció un equipo adicional (el mismo para todos los modelos), con el encargo de construir un glosario de la terminología empleada por el resto de los equipos. Además de asegurar la consistencia de los elementos del modelo a la hora de construir los modelos ‘*as-is*’ el glosario también debe facilitar el diseño de los modelos ‘*to-be*’.

3.2.2. Análisis de los modelos *as-is* y diseño de los modelos *to-be*

Con la información proporcionada por los modelos *as-is* y los resultados de los mismos mediante simulación, comienza el proceso de diseño de modelos *to-be*. Puesto que éstos serán empleados como modelos de referencia, esta fase se plantea mediante varias etapas de ‘modelado colaborativo’: en primer lugar los modelos *as-is* son distribuidos a todos los miembros de la red. Los comentarios y sugerencias acerca de cada modelo son recogidos por los tres equipos anteriormente mencionados. Las alternativas de mejora posibles son analizadas y, si son consideradas factibles, son simuladas de forma que se pueda evaluar el impacto de las mismas en el proceso. De entre todas ellas surge el modelo *to-be*.

3.3. Selección de las técnicas y herramientas de modelado y simulación

Es habitual distinguir entre técnicas de modelado y herramientas de modelado. Las técnicas se refieren a los símbolos y diagramas empleados para analizar el sistema, las cuales pueden (o no) estar soportadas por aplicaciones *software* (herramientas) que ayudan en el proceso de modelado y permiten la construcción de un repositorio de modelos. Para una descripción detallada de técnicas y herramientas de modelado, ver por ejemplo (Kettinger *et al.* 1997). Sin embargo, a pesar de esta distinción, la selección de técnica y de herramientas no son

cuestiones independientes (Hommes 2004). Además, tampoco no resulta admisible emplear técnicas sin un soporte *software* en proyectos de modelado de tamaño medio o grande, debido a los problemas de mantenimiento, reusabilidad y documentación de los modelos (Zwegers y Pels 2001).

Para la selección de las herramientas y técnicas de modelado y simulación, se ha elaborado una lista de requisitos. Respecto a los requisitos de la técnica de modelado, éstos fueron los siguientes:

- Los modelos deben ser comprensibles por los no-especialistas en modelado. Siendo esto un requisito en cualquier proyecto de BPM (Curtis *et al.* 1992, Kalpic y Bernus 2002, Knott *et al.* 2003), en este proyecto es absolutamente crítico ya que, por una parte, se pretende que a medio/largo plazo los actores en el procesos sean capaces de modelar. Por otra parte, dada la especificidad de los procesos, las mejoras deben venir propuestas por los actores del proceso (personal sanitario). Así, no parece razonable que los expertos en modelado puedan proporcionar de forma sistemática mejoras en los procesos de salud, ya que la mayor parte de las funciones son vistas por los expertos en modelado (y no expertos en salud) como ‘cajas negras’.
- Vista multi-nivel de los procesos. Por una parte, puesto que los modelos deben ser fácilmente comprensibles, es preciso ofrecer descripciones a alto nivel de los mismos. Por otra parte, ya se ha comentado la necesidad de emplear también descripciones con gran nivel de detalle.
- Integración con UML. Como ya se ha comentado, se pretende que algunas de las funciones descritas en el modelo sean implementadas mediante TICs, por lo que es preciso proporcionar una descripción de las mismas en términos de un lenguaje formal para el desarrollo de *software*, en particular UML, al ser un estándar de desarrollo de sistemas *software*. Aunque es conocido que la integración de modelos de procesos con modelos de desarrollo de *software* no es una cuestión cerrada (Giaglis *et al.* 1999), se pretende la elección de una técnica donde al menos algunas de estas cuestiones ya hayan sido abordadas.

Con respecto a los requisitos respecto a la herramienta de modelado, los más importantes son:

- Soporte tecnológico para el desarrollo colaborativo de modelos, ya que el proyecto será desarrollado por personas que físicamente están distantes.
- Capacidades de simulación. En este proyecto no solo se pretende que los modelos describan la secuencia de actividades de los procesos reales, sino también la ‘vista de comportamiento’ o de simulación, de forma que se reflejen, por ejemplo, la carga de trabajo del sistema o la asignación de recursos en el mismo. Por otra parte, la simulación es requerida también para evaluar las alternativas y así ayudar en el (re)diseño de los procesos (Aguilar *et al.* 1999a, Barber *et al.* 2003). Siendo la simulación una parte importante del proyecto, es crítico encontrar una herramienta que permita simular los modelos estáticos.

De entre las más de 300 herramientas y técnicas disponibles (BPMG.org 2004), se seleccionaron ARIS y ARIS Toolset. ARIS (Scheer 1992) es una metodología para el modelado de procesos que descompone el mismo en una serie de aspectos o vistas, como la

vista de funciones, datos, o recursos. Estas vistas están interrelacionadas a través de la llamada ‘vista de control’, que describe el proceso en términos de una cadena de procesos guiada por eventos (*Event-driven Process Chain* o EPC). Una EPC es un conjunto de eventos y funciones que siguen un flujo lógico controlado por operadores de tipo OR, AND, y XOR. En su forma extendida (eEPC – *extended EPC*) es posible enlazar elementos adicionales (como datos o unidades organizativas) a las funciones. Para una descripción detallada de las EPC, ver (Scheer 1998). Las EPCs están basadas en redes de Petri, por lo que es posible transformarlas en redes de Petri siempre que no contengan el operador OR (van der Aalst 1999). Para un ver un análisis de la consistencia ontológica de las EPC, ver el trabajo de Green y Rosemann (Green y Rosemann 2000).

Tras una evaluación de un buen número de técnicas y de herramientas, se seleccionó ARIS y los productos de IDS Scheer. Por una parte, ARIS cumplía los requisitos como técnica de modelado en cuanto a la facilidad de comprensión por no especialistas, así como una vista multi-nivel del proceso. Por último, respecto a la integración de UML y ARIS, se había realizado algunos trabajos previos (Loos y Allweyer 1998, McSheffrey 2001, Nüttgens *et al.* 1998). Respecto a los productos de IDS Scheer, cumplían los requisitos en términos de simulación y de modelado colaborativo.

Por lo que respecta a los productos de IDS Scheer, se trataba de herramientas líder en su sector (Gartner Group 2002) y que cuentan con más de 40,000 implantaciones. Respecto a los requisitos, este conjunto de herramientas permitían el desarrollo de modelos de forma colaborativa a través de un servidor (repositorio) de modelos accesible vía Internet, así como de suficientes capacidades de simulación de los modelos estáticos.

4. Discusión

4.1. Beneficios de BPM para los servicios de salud

- La mayor parte de los hospitales contienen un conjunto de procesos bien definidos que son idénticos entre distintos hospitales. Por ello es particularmente útil desarrollar modelos de referencia.
- La mayoría de las funciones en los procesos de salud son monitorizadas y documentadas. Por una parte, esto proporciona una fuente directa de datos para construir los modelos de simulación, lo que permite reducir el tiempo y coste de construcción de los modelos, siendo ésta una de las barreras tradicionales a la simulación de procesos (Greasley 2003). Por otra parte, la existencia de bases de datos estructuradas de las actividades permitiría la construcción automática de modelos mediante ‘process mining’ (van der Aalst y Weijters 2004).
- La inercia en los hospitales no es, en general, tan fuerte como en otras muchas organizaciones. Debido a la naturaleza del trabajo de los hospitales, los actores de los procesos están acostumbrados a un aprendizaje continuo, a cambios en sus funciones, o en las TIC que emplean. Esto hace que, desde el punto de vista de la cultura organizativa, este entorno no sea, en principio, hostil a los proyectos de cambio organizacional.

4.2. Limitaciones de BPM en los servicios de salud

- Los hospitales tienen una fuerte orientación hacia las funciones. Debido al elevado grado de especialización de las diferentes actividades, habitualmente están compuestos de unidades con un elevado nivel de descentralización, también en lo que se refiere a financiación y distribución de recursos. Como consecuencia, no hay una orientación en los procesos, al tiempo que existe 'islas' con un gran nivel de autonomía. Ambos aspectos representan problemas para el diseño eficiente de procesos.
- Los aspectos de gestión son percibidos en los hospitales como 'secundarios', al contrario de lo que sucede en muchas organizaciones públicas y privadas.
- La naturaleza de trabajo en el sector implica el empleo de reglas de priorización de las tareas fuertemente subjetivas y sujetas a continua revisión debido a la admisión de urgencias. Aunque este aspecto no afecta a los modelos estáticos, sí complica enormemente la construcción de los modelos dinámicos (de simulación), debido a la dificultad de explicitar estas reglas.
- En oposición a algunos otros entornos industriales o de servicios, la mayor parte de las funciones en el proceso son: a) realizadas de forma manual en la actualidad, y 2) no es previsible que sean automatizadas en un futuro próximo. Además, algunas de las funciones son difíciles de estandarizar, ya que se basan en la experiencia del profesional.

5. Comentarios finales

En esta comunicación, hemos presentado las experiencias resultantes de nuestra participación en un proyecto de BPM en el sector de los servicios de salud. De acuerdo con el desarrollo del proyecto, se pueden destacar las siguientes cuestiones:

- La elaboración de un glosario ha sido extremadamente útil en el desarrollo del proyecto, tanto para facilitar el desarrollo de modelos *to-be* como para ayudar en la comprensión de los modelos publicados por parte de toda la red.
- La simulación ha sido clave en el proceso de validación de los modelos. Como ya se ha comentado, en muchos casos los modelos estáticos debieron ser revisados a la luz de los resultados de simulación.
- La integración de los modelos de procesos con UML sigue siendo una cuestión sin cerrar. Aunque es posible obtener diagramas de UML a partir de las EPC, esta transformación no es, ni mucho menos, automática. Nuestra opinión es que la mayor parte de las dificultades provienen de que el paso de modelos de procesos a UML implica el cambio de orientación a procesos a orientación a funciones. Por una parte, la orientación a procesos se centra en los clientes del proceso y no se preocupa, en principio, por la reusabilidad de las funciones del mismo, mientras que en los modelos de desarrollo de *software* sucede lo contrario: el énfasis se pone en la identificación de módulos reutilizables sin contemplar, en principio, el flujo de clientes en el sistema.

Referencias

- Aguilar, M.; Rautert, T.; Pater, A. J. G. (1999a). Business Process Simulation: A fundamental step supporting process centered management. *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*, pp. 1383-1392.
- Aguilar, M.; Rautert, T.; Pater, A. J. G. (1999b). Business Process Simulation: A fundamental step supporting process centered management. *Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference*, pp. 1383-1392.
- Amberg, M.; Gräber, S. (1996). Specifying Hospital Information Systems using business process modeling. *Medical Informatics Europe 96*, pp. 1037-1041.
- Barber, K. D.; Dewhurst, F. W.; Burns, R. L. D. H.; Roggers, J. B. B. (2003). Business-process modelling and simulation for manufacturing management. *Business Process Management Journal*, Vol. 9, pp. 527-542.
- BPMG.org (2004). *Business Process Modeling Tools*. <http://www.bmpg.org>.
- Buchanan, D. (1998). Representing process: the contribution of a re-engineering frame. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 18, pp. 1163-1188.
- Champy, J. (1995). *Re-engineering management*. HarperCollins.
- Curtis, B.; Kellner, M. I.; Over, J. (1992). Process modelling. *Communications of the ACM*, Vol. 35, pp. 75-90.
- Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Harvard Business Press.
- Davenport, T. H. ; Short, J. F. (1990). The new industrial engineering: information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, Vol. Summer, pp. 11-17.
- Flynn, D. J. (1992). *Information system requirements: determination and analysis*. McGraw-Hill.
- Gartner Group (2002). <http://www.gartner.com/gc/webletter/idsscheer/issue1/index.html>.
<http://www.gartner.com/gc/webletter/idsscheer/issue1/index.html>.
- Giaglis, G. M.; Paul, R. J.; Serrano, A. (1999). Reconciliation of business and systems modelling via discrete event simulation. 1403-1409.
- Greasley, A. (2003). Using business-process simulation within a business-process reengineering approach. *Business Process Management Journal*, Vol. 9, pp. 408-420.
- Green, P.; Rosemann, M. (2000). Integrated Process Modeling: An Ontological Evaluation. *Information Systems*, Vol. 25, pp. 73-87.
- Gunasekaran, A.; Kobu, B. (2002). Modelling and analysis of business process reengineering. *International Journal of Production Research*, Vol. 40, pp. 2521-2546.
- Hammer, M. (1990). Reengineering work: Don't automate, obliterate. *Harvard Business Review*, Vol. July-Aug, pp. 104-112.
- Hammer, M.; Champy, J. (1993). *Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution*.
- Hammer, M.; Stanton, S. (1995). *The Reengineering Revolution: A Handbook*. Harper Business.
- Harrington, H. J. (1991). *Business process improvement: the breakthrough strategy for total quality*. McGraw-Hill.
- Hommel, B.-J. (2004). *The evaluation of business process modeling techniques*. Tesis doctoral, Delft Technical University, The Netherlands.
- Kalpic, B.; Bernus, P. (2002). Business process modelling in industry - the powerful tool in enterprise management. *Computers in Industry*, Vol. 47, pp. 299-318.
- Kelada, J. (1996). *Integrating reengineering with total quality*. ASQC Quality Press.
- Kettinger, W. J.; Teng, J. T. C.; Guha, S. (1997). Business Process Change: a survey of methodologies, techniques, and tools. *MIS Quarterly*, Vol. 21, pp. 55-80.

- Kim, H.-W.; Kim, Y.-G. (1997). Dynamic process modeling for BPR: A computerized simulation approach. *Information & Management*, Vol. 32, pp. 1-13.
- Knott, R.; Merunka, V.; Polak, J. (2003). The BORM methodology: a third-generation fully object-oriented methodology. *Knowledge-based Systems*, Vol. 16, pp. 77-89.
- Loos, P.; Allweyer, T. (1998). Process orientation and object-orientation: an approach for integrating UML and Event-Driven Process Chains (EPC). 144, pp.
- MacIntosh, R. (2003). BPR: alive and well in the public sector. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23, pp. 327-344.
- Maij, E.; Toussaint, P. J.; Kalshoven, M.; Poerschke, M.; Zwetsloot-Schonk, J. H. M. (2002). Use cases and DEMO: aligning functional features of ICT-infrastructure to business process. *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 65, pp. 179-191.
- McSheffrey, E. (2001). Integrating Business Process Models with UML System Models. White Paper, pp. 1-8.
- Nüttgens, M.; Feld, T.; Zimmermann, V. (1998). Business Process Modeling with EPC and UML. Transformation or Integration? 250-261.
- Ould, M. (1995). *Business process: modelling and analysis for reengineering and improvement*. John Wiley.
- Reichert, M.; Dadam, P.; Mangold, R.; Kreienberg, R. (1998). Computerbasierte Unterstützung von Arbeitsabläufen im Krankenhaus - Konzepten, Technologien, und deren Anwendung.
- Scheer, A. W. (1992). *Architecture of Integrated Information Systems, 1st edition*. Springer.
- Scheer, A. W. (1998). *Architecture of Integrated Information Systems, 2nd edition*. Springer.
- Sprengel, C.; Schwarzer, J.; Kaden, I. (2003). Business process analysis for diagnostic imaging. *International Congress Series*, Vol. 1256, pp. 823-827.
- van der Aalst, W. M. P. (1999). Formalization and verification of Event-driven Process Chains. *Information and Software Technology*, Vol. 41, pp. 639-650.
- van der Aalst, W. M. P. ; Weijters, A. J. M. M. (2004). Process mining: a research agenda. *Computers in Industry*, Vol. 53, pp. 231-244.
- Waring, T.; Wainwright, D. (2002). Communicating the complexity of computer-integrated operations. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 22, pp. 394-411.
- Wastell, D. G.; White, P.; Kawalek, P. (1994). A methodology for business process redesign: experiences and issues. *Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 3, pp. 23-40.
- Zwegers, A. ; Pels, H. J. (2001). Application of Reference Architectures for Enterprise Integration.