

La Vista de Información en el Modelado del Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D: diseño de un modelo informacional genérico integrado

Andrés Boza¹, Rosa Navarro¹, Eduardo Vicens¹

¹ Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP). Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. Ed 8G – Esc. 4 – Nivel 1. Ciudad Politécnica de la Innovación. Valencia (46022). aboza@cigip.upv.es; ronava@doctor.upv.es; evicens@cigip.upv.es

Resumen

Esta comunicación tiene por objeto destacar el papel de la Vista Informacional como elemento integrador en el modelado del proceso de Planificación de la Producción de una Red de Suministro y Distribución. Para ello, tomando como punto de partida la definición de Vista Informacional (Boza et. al 2007) adoptada en el contexto del Marco Conceptual del proyecto CICYT RdS-2V.RDSINC, y basados en la Metodología definida por Lario et. al. (2007), se presentan, a través de diagramas de clases UML, los modelos informacionales individuales (parciales) correspondientes a la Vista Física, la Vista Organizacional y la Vista Decisional del proceso abordado. Se destaca la utilidad del desarrollo de dichos modelos, los cuales permiten llegar a un modelo informacional integrado resultante de las interconexiones entre elementos o clases de los modelos informacionales individuales. Finalmente se describen particularidades y aportes del proceso de desarrollo del modelo informacional integrado, entre los que se destacan los beneficios de reunir en un único diagrama estructurado la información relevante del proceso Planificación Colaborativa de una RdS/D.

Palabras clave: Modelado Empresarial, Vista de Información, Planificación Colaborativa

1. Introducción

La Metodología para la determinación del Entorno Decisional de un Centro de Decisión genérico en un contexto jerárquico de Planificación Colaborativa de una Red de Suministro/Distribución (RdS/D), definida por Lario *et al* (2007), tiene como objeto la construcción de Modelos Analíticos que ayuden a la Toma de Decisiones en el Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D, todo ello en un contexto jerárquico, por tratarse de procesos de Planificación Táctico-Operativos. Entre los elementos necesarios para el modelado de dicho proceso, esta Metodología cuenta con cuatro visiones: Recursos, Organizacional, Decisional e Informacional.

En este contexto cada vista debe ser capaz, desde su correspondiente perspectiva, de abstraer los datos de la realidad necesarios para llevar a cabo el Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D. En particular, la vista de Información debe proporcionar las estructuras de datos que sirvan de soporte a dicho proceso. La identificación de estas estructuras y su nivel de agregación quedará condicionada a la descripción, del proceso en cuestión, que aporten el resto de vistas.

El objetivo de esta comunicación es destacar el papel de la Vista Informacional como elemento integrador en el modelado del proceso de Planificación de la producción de una Red de Suministro y Distribución*.

2. La vista de Información

Las arquitecturas de modelado de empresa proporcionan un conjunto de vistas de modelado para focalizar y trabajar en una parte específica del modelo de empresa integrado, en contraposición a manejar un único y complejo modelo completo (Toh, 1999). Cada arquitectura de modelado propone sus propias vistas de modelado, por ejemplo:

- CIMOSA: Vistas de Organización, Recursos, Información y Función.
- GRAI-GIM: Vistas del Sistema Físico, Decisional, de Información y Funcional.
- PERA: Arquitectura de Organización y RR.HH., del Sistema de Información y del Equipo de Producción.
- GERAM: Vistas de Organización, Recursos, Información y Función.
- ARIS: Vistas de Función, Datos, Organización y Control.
- Zachman: Datos, Función, Localización, Personas, Tiempo, Motivación.
- TOGAF: Visión Arquitectónica, Arquitectura de Negocio, del Sistema de Información y Tecnológica.

Las arquitecturas proceden de distintas áreas de conocimiento. Por ello, algunas arquitecturas están más orientadas al modelado de procesos empresariales y su posible re-ingeniería (CIMOSA, GRAI, ISO/DIS 19439), y otras más orientadas a la implementación de tecnologías de la información en la empresa (ARIS) (Boza, 2007).

Una comparativa entre las vistas propuestas por diferentes arquitecturas se puede encontrar en Cuenca *et al* (2005) y en Tang *et al* (2004).

Un punto de coincidencia en las arquitecturas de modelado empresarial es la vista de información o datos. Aunque como se puede ver, la vista de información aparece como una componente común en las arquitecturas, no todas la abordan desde la misma perspectiva, adoptando diferente significado para cada una de ellas.

Por ejemplo, en CIMOSA, la vista de información representa objetos de empresa y elementos de información. Para la arquitectura GRAI, el sistema de información une el sistema de decisión con el sistema físico y el entorno de la empresa. Para ello transforma y almacena información. En ARIS, la vista de datos se utiliza para definir modelos de datos semánticos (mediante diagramas Entidad-Relación), para posteriormente pasarlos a un esquema Relacional antes de implementarlos en una base de datos. Y el estándar de integración

* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación Feder-Cicyt titulado "De la planificación a la ejecución en la Cadena (Red) de Suministro. Dos visiones diferentes y sus herramientas". RdS-2V.RDSINC.

empresarial ISO/DIS 19439 define la vista de información como aquella que describe los objetos de la empresa relacionados con la información -information related enterprise objects- (materiales y de información), y cómo son utilizados y producidos en el curso de las operaciones de la empresa (Vernadat, 1995)

Así, para unas arquitecturas la vista de información se trata de forma estática, utilizándose únicamente para la representación de las estructuras de información y su almacenamiento, este enfoque aparece en CIMOSA y ARIS donde la vista de información se limita a la identificación y representación de los objetos de información. Para otras arquitecturas la vista de información tiene un sentido dinámico donde además de la identificación y representación de los objetos de información, también se incorpora el procesamiento y transformación de la información, es el caso de las arquitecturas GRAI e ISO/DIS 19439 (Boza *et al*, 2007).

Las técnicas para representar las vistas son variadas. En Gaiglis (2001); Aguilar-Saven (2004); Shen *et al* (2004); se puede encontrar técnicas de modelado para la representación de las diferentes vistas. Una de las técnicas que se repite para la representación de la vista de información en los trabajos anteriormente citados es UML (Unified Modeling Language).

La técnica de modelado UML es la que los autores de este trabajo hemos elegido para el modelado de la vista de información del Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D. Uno de los diagramas más representativos proporcionados por UML es el diagrama de clases. Este diagrama ha permitido modelar la vista de información como un conjunto de clases y sus relaciones que representan tanto los aspectos físicos como abstractos del Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D.

3. La vista de información en el modelado del Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D

Siguiendo la metodología definida por Lario *et al*, (2007), que tiene como objeto la construcción de Modelos Analíticos que ayuden a la Toma de Decisiones en el Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D, se establecen como elementos necesarios para el modelado de dicho proceso cuatro visiones: Recursos, Organizacional, Decisional e Informacional.

Los modelos realizados para las vistas de recursos, organizacional y decisional han sido utilizados en la construcción de la vista informacional. Estos modelos se han desarrollado en el contexto del proyecto CICYT RdS-2V.RDSINC y aparecen parcialmente en Pérez *et al* (2007), Alemany *et al* (2007), Alarcon *et al* (2007) y Boza *et al* (2007) en forma descriptiva o representados mediante herramientas de modelado como IGRAF o IDEF.

En una primera etapa, se han desarrollado los modelos informacionales en UML para cada una de las vistas (recursos, decisional y organizacional) a partir de los diferentes modelos desarrollados previamente para cada una de ellas. De esta forma se han obtenido tres modelos informacionales desarrollados en UML, de las vistas de recursos, decisional y organizacional. El nivel de detalle del modelo informacional de cada vista ha venido condicionado por el nivel de detalle proporcionado por los modelos realizados previamente para cada una de estas.

Estos modelos informacionales son complejos y su descripción va más allá del propósito de esta comunicación. Aunque, para una mejor comprensión se presenta a continuación algunos de los elementos más destacados en cada modelo informacional.

3.1. Modelo informacional de la vista de recursos

La vista de recursos recoge todos los aspectos físicos a tener en cuenta a la hora de la toma de decisiones del proceso de planificación colaborativa en contextos de RdS/D.

Una cadena de suministro incluye una serie de etapas. Estas etapas incluyen por ejemplo, clientes, distribuidores, fabricantes, suministradores de materia prima, y cada uno de ellos aparece en una determinada posición siguiendo un orden concreto para cada cadena de suministro. El siguiente diagrama UML muestra esta estructura:



Figura 1: Definición de una Red según etapas

Otras clases que aparecen en este modelo son: Nodo (definido como instalación física en general donde pueden aparecer nodos de producción-operaciones, nodos de almacenamiento, etc.), Centros de Trabajo, Sección y Líneas de Producción.

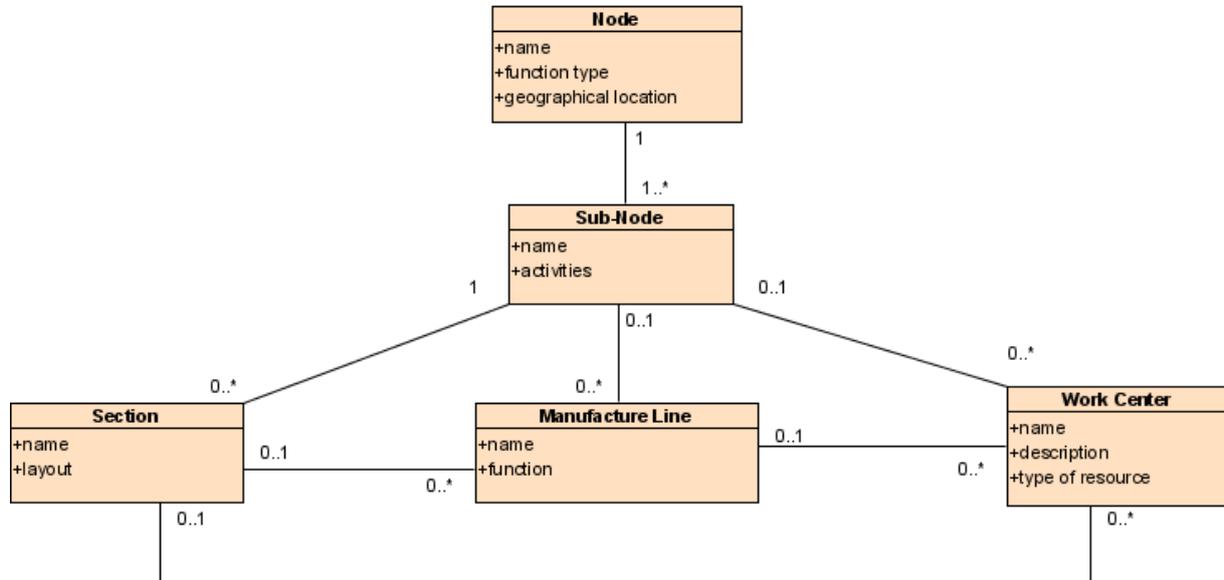


Figura 2: Nodo y sus posibles configuraciones

3.2. Modelo informacional de la vista de organización

La visión organizacional hace referencia a cómo se organizan los recursos dentro de la red de suministro/distribución y qué tipo de relaciones existen entre ellos.

En un nivel micro organizacional el nodo se divide en centros organizacionales que colaborarán conjuntamente con otros centros de otros nodos para llevar a cabo el proceso de planificación colaborativa.

En un nivel macro-organizacional se definen los centros inter-organizacionales los cuales pueden actuar y tomar las decisiones para un grupo de centros organizacionales, colaborar con otros centros inter-organizacionales o depender de otros centros inter-organizacionales.

Estos centros inter-organizacionales y centros organizacionales siempre operarán en un nivel organizacional, ya sea operativo, táctico o estratégico.

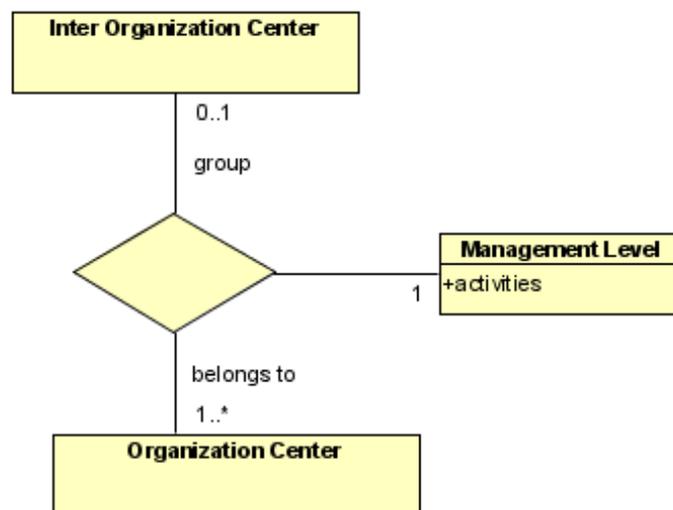


Figura 3: Relaciones entre centros organizacionales y centros inter-organizacionales en un determinado nivel de gestión.

3.3. Modelo informacional de la vista de decisión

Las decisiones y cómo son tomadas en el Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D se incluyen en la vista decisional.

En una organización, es posible encontrar centros de decisión, de forma que un centro organizacional o inter-organizacional puede considerarse como un centro de decisión dentro de la red/cadena de suministro.

Se han definido dos tipos de centros de decisión: superior y base. Los centros de decisión superiores son los que inician el proceso de toma de decisiones, mientras que los base no inician ningún proceso de toma de decisiones.

Los centros de decisión interactúan con otros centros para llegar a un mutuo acuerdo en la toma de decisiones. El tipo de interacción será jerárquica cuando no todos los centros de decisión tienen el mismo peso a la hora de tomar la decisión final, existiendo, por tanto, cierto tipo de jerarquía, y será no jerárquica cuando todos los centros de decisión tienen el mismo peso a la hora de tomar una decisión final, y, por tanto, la decisión final se toma por consenso.

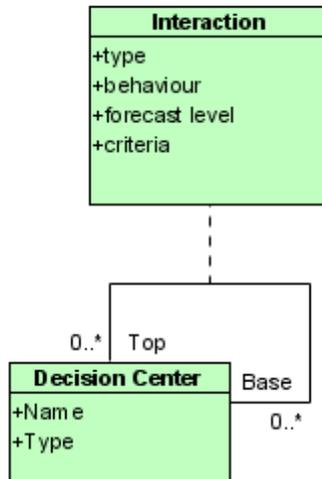


Figura 4: Interacción entre centros de decisión

3.4. Utilidad del desarrollo de los modelos informacionales de cada vista

El desarrollo de los modelos informacionales, a partir de los modelos de cada una de las vistas, ha permitido realizar una revisión de conceptos y estructura de estos últimos. De forma que las reuniones llevadas a cabo entre los diseñadores de los modelos pertenecientes a la vista de recursos, decisional y organizacional, junto con los diseñadores del modelo informacional, han servido como feedback de los modelos iniciales y el enriquecimiento del mismo con los aportes desde la perspectiva informacional.

Los diagramas de clases se documentan con la descripción de las clases, sus métodos y atributos, por este motivo, el diseño del modelo informacional ha obligado a profundizar en el resto de modelos en aquellos aspectos donde se requería de un mayor nivel de detalle en su descripción.

3.5. Modelo de información integrado

El desarrollo de los modelos informacionales pertenecientes a cada una de las vistas, ha permitido trabajar en un modelo informacional integrado.

En este sentido, las conexiones entre los diferentes modelos se fueron identificando, es decir, las conexiones entre las diferentes vistas. Dichas conexiones se materializaron a través de asociaciones (relaciones) entre clases UML entre los modelos informacionales de la vista de recursos, decisión y organización.

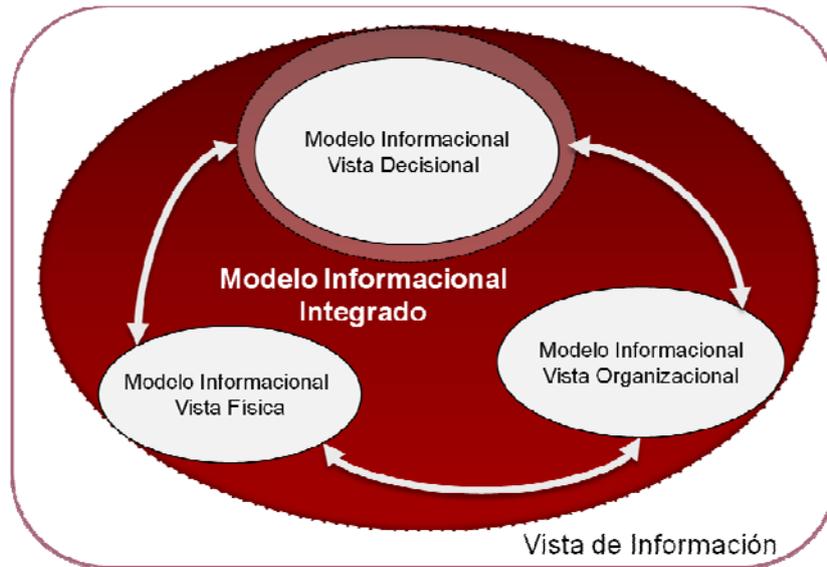


Figura 5. Modelo Informacional Integrado

Como resultado, se realizó un modelo de información integrado en el cual es posible apreciar la contribución de las diferentes vistas al proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D (Figura 5).

El propósito de mostrar el modelo informacional integrado no es detenernos en detalles particulares del mismo, sino enfatizar las interconexiones entre las vistas, las cuales han sido incluidas como asociaciones entre clases UML (Figura 6).

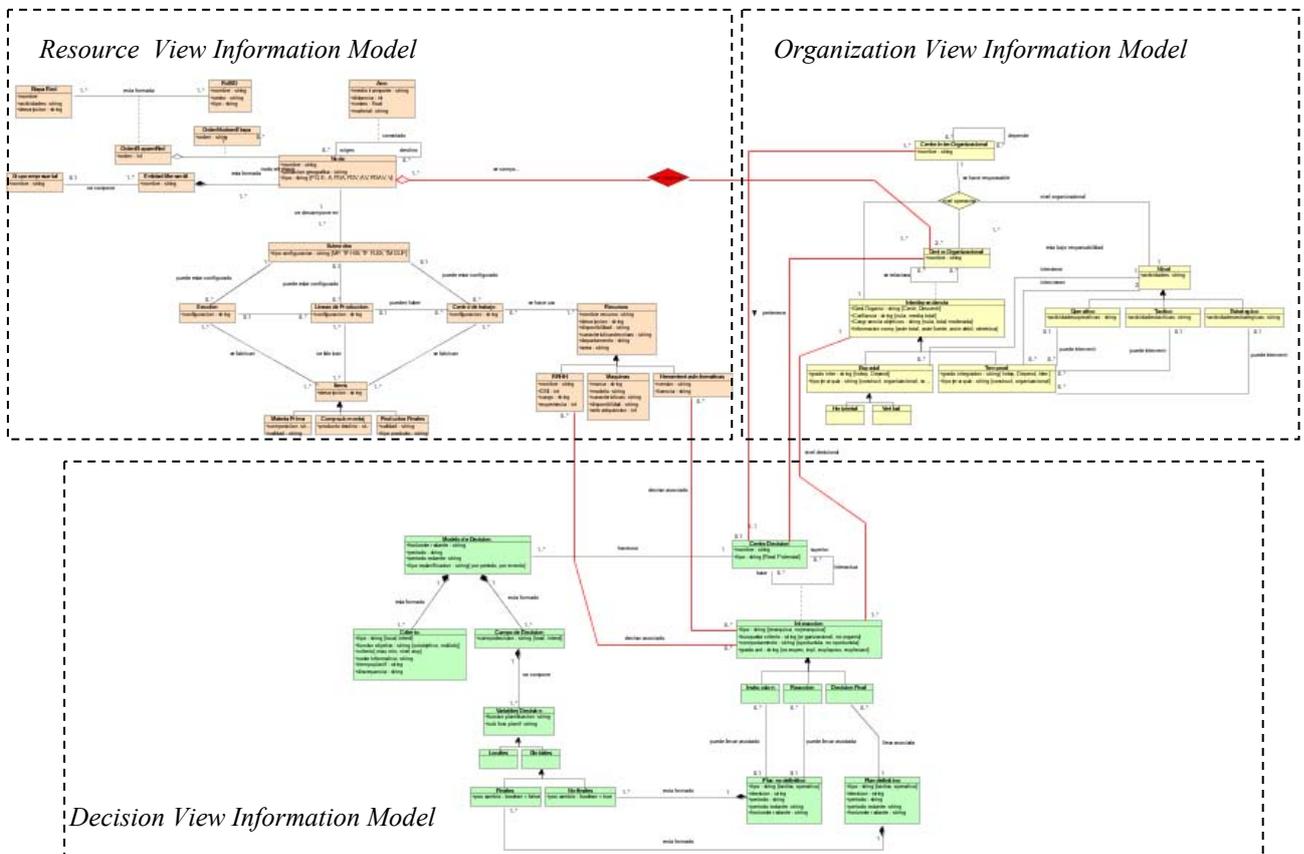


Figura 6 : Modelo Infomacional Integrado en UML

3.6. Desarrollo del modelo informacional integrado

Tanto los modelos informacionales de cada vista como el modelo integrado se han ido rediseñando paralelamente al rediseño de cada vista. En otras palabras, a medida que se han madurado y completado los conceptos de las diferentes vistas, estos han sido incluidos en el correspondiente Modelo Informacional.

El desarrollo del modelo informacional integrado ha permitido llegar a un vocabulario consensuado entre los distintos diseñadores ya que, en ocasiones, se identificaba a los mismos elementos del proceso con distinta nomenclatura. Para ello se ha utilizado el documento que acompaña al diagrama de clases, con la relación de clases y su descripción, como herramienta para la identificación y descripción única de elementos que podían aparecer en varios modelos.

Esta labor ha proporcionado un importante feedback entre modelos, al representarse sobre un único modelo los aspectos informacionales del proceso Planificación Colaborativa de una RdS/D procedentes de las distintas vistas.

4. Conclusiones y trabajo futuro

Como conclusión se destaca la utilidad de la Vista Informacional como elemento conector entre vistas. El modelo informacional permite recoger en un único diagrama estructurado la información relevante del proceso Planificación Colaborativa de una RdS/D.

El modelo informacional ha sido desarrollado en un nivel genérico, de forma que pueda ser utilizado en la definición del modelo informacional del Proceso de Planificación Colaborativa de una RdS/D particular.

El empleo de un lenguaje de modelado como UML proporciona un punto de partida para definir las estructuras de datos necesarias para el desarrollo de una herramienta de ayuda a la toma de decisiones para el proceso de planificación colaborativa. En este sentido, debe proporcionar todos los datos necesarios para la resolución del modelo analítico de decisión.

El proceso de definición del modelo informacional, que integra al resto de modelos, ha proporcionado un importante feedback entre los mismos, y ha puesto de manifiesto la necesidad de unificar criterios en cuanto a definición de conceptos y terminología utilizada en las diferentes vistas entre los diseñadores de los distintos modelos.

En este proyecto se ha considerado la Vista Informacional desde un punto de vista estático, en el sentido que considera sólo las estructuras de datos (clases UML). Un objetivo a futuro es ampliar el modelado de la Vista Informacional, para el proceso bajo estudio, incluyendo la componente dinámica. Esto es, modelar la forma en que dichos datos son generados y transformados.

Referencias

Aguilar-Saven, R.S. (2004). "Business process modelling: Review and framework". *International Journal of Production Economics*, 90(2):129-149.

Alarcon, F.; Lario, F.C.; Boza, A.; Pérez, D. (2007). "Propuesta de Marco Conceptual para el modelado del proceso de Planificación Colaborativa de Operaciones en contextos de Redes de Suministro/Distribución (RdS/D)". *XI Congreso de Ingeniería de Organización*. Madrid.

Alemany, M.M., Perez, D., Alarcon, F., Boza, A. (2007), "Planificación Colaborativa en Cadenas de Suministro mediante programación matemática en entornos distribuidos" XI Congreso de Ingeniería de Organización, Madrid

Boza, A.; Alarcón, F.; Vicens, E.; Alemany, M. (2007). "Propuesta de Marco Conceptual para el Modelado del Proceso de Planificación Colaborativa de una Red de Suministro/Distribución (RdS/D). Visión Informacional". *XI Congreso de Ingeniería de Organización*. Madrid.

Chen, D.; Vernadat, F.(2004). "Standars on enterprise integration and engineering. State of the art". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 17(3):235-253.

Chopra, S.; Meindl P. (2001). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. NY:Prentice Hall.

Cuenca, Ll.; Ortiz, A.; Boza, A. (2005). "Arquitectura de Empresa. Visión General". *IX Congreso de Ingeniería de Organización*. Madrid.

De Kok, A.G.; Fransoo, J.C. (2003). "Planning Supply Chain Operations: Definition and Comparison of Planning Concepts". In *Handbooks in Operations Research and Management Science Series*, Amsterdam:North Holland.

Erenguc, S.S.; Simpson, N.C.; Vakharia, A.J. (1999). "Integrated production/distribution planning in supply chains: An invited review". *European Journal of Operational Research*, 115(2):219-236.

Fleischmann, B.; Meyr, H. (2002). *Planning Hierarchy, Modeling and Advanced Planning*. Amsterdam:North-Holland.

Giachetti, R.E. (2004). "A framework to review the information integration of the enterprise". *International Journal of Production Research*, 42(6):1147–1166.

Giaglis, G. M. (2001). "A taxonomy of business process modeling and information systems modeling techniques". *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 13(2):209-228.

Lario, F.; Pérez, D.; Alemany, M.; Alarcón, F. (2007). "Propuesta de Marco Conceptual para el modelado del proceso de Planificación Colaborativa de Operaciones en contextos de Redes de Suministro/Distribución (RdS/D)". *XI Congreso de Ingeniería de Organización*. Madrid.

Neaga, E.I.; Harding, J.A. (2005). "An enterprise modeling and integration framework based on knowledge discovery and data mining". *International Journal of Production Research*, 43(6):1089–1108.

Perez, D.; Alemany, M.M.; Vicens, E.; Lario, F.C. (2007). "Propuesta de Marco Conceptual para el Modelado de la Visión Decisional del proceso de Planificación Colaborativa de una

Red de Suministro/Distribución (RdS/D)". *XI Congreso de Ingeniería de Organización*. Madrid.

Schiegg, P., Roesgen, R., Mittermayer, H., Stich, V. (2003). "Supply Chain management systems - A survey of the state-of-the-art". In Jagdev, Wortmann, and Pels (eds.), *Collaborative supply net management*. IFIP.

Shen, H., Wall, B., Zaremba, M., Chen, Y. L., Browne, J. (2004). "Integration of business modelling methods for enterprise information system analysis and user requirements gathering". *Computers in Industry*, 54(3):307-323.

Stadtler, H.; Kilger, C. (2002). *Supply Chain Management and Advanced Planning*. Springer.

Tang, A., Han and J., Chen, P., (2004). "A comparative analysis of Architecture Frameworks". *Technical Report: SUTIT-TR2004.01 CeCSES Centre Report: SUT.CeCSES-TR001*.

Toh, K.T.K. (1999). "Modelling architectures: a review of their application in structured methods for information systems specification". *International Journal of Production Research*, 37(7):1439-1458.

Vernadat, F.B. (1996). *Enterprise modelling and integration: principles and application*. London:Chapman and Hall.

Zoryk-Schalla, A.J.; Fransoo, J.C.; de Kok, T.G. (2004). "Modeling the planning process in advanced planning systems". *Information & Management*, 42(1):75-87.

Marco Conceptual del Modelado del Proceso de Programación Colaborativa de Operaciones en la Red de Suministro/Distribución*

Pedro Gómez¹, Faustino Alarcón¹, Darío Franco¹, Francisco Cruz Lario¹

¹ Centro de Investigación de Gestión en Ingeniería de la Producción, Departamento de Organización de Empresas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n, 46022 Valencia. {pgomez, faualva, dfranco, [fclario](mailto:fclario@cigip.upv.es)}@cigip.upv.es

Resumen

En este trabajo se propone un Marco Conceptual para la definición de un Problema de Programación de la Producción Colaborativa. Es decir, se identifican un conjunto de términos y conceptos que deben relacionarse y que deben ser conocidos por el Modelador del Problema. En ningún momento se indica la forma en la que deben aplicarse (metodología) ni se describen las técnicas para llevarlo a cabo. El trabajo pretende aportar un Marco Conceptual que supere la visión tradicional y se instale en el ámbito colaborativo.

Palabras clave: Marco conceptual, modelado, programación colaborativa, cadena de suministro.

1. Introducción

La programación de las operaciones productivas de las empresas es un campo que ha sido tradicionalmente contemplado desde una visión bastante individualizada. Hoy en día, y gracias fundamentalmente a los trabajos realizados en los ámbitos de la planificación, gestión de pedidos, etc. la programación de operaciones productivas empieza a plantearse la incorporación de aspectos colaborativos en sus procesos de trabajo. Los programadores de la producción empiezan a tener que coordinar planes con clientes internos y externos. En los procesos colaborativos en general puede darse con mucha frecuencia la dispersión geográfica y la existencia de actividades asíncronas que hay que coordinar. En el caso de la programación de la producción/operaciones estamos hablando de coordinar básicamente tiempos de inicio y/o fin de órdenes de producción de diversos centros para lo cual debemos usar unos recursos, buscando siempre la optimización de algún parámetro.

En un contexto global, hoy en día las empresas ya no compiten como entidades aisladas sino como Cadenas de Suministro (Lambert y Cooper, 2000), lo que significa que los procesos se extienden a través de todas las Cadenas de Suministro o Redes de Suministro/Distribución de las que la empresa forma parte. Además, en los últimos años, se ha remarcado los beneficios de la colaboración en los procesos de negocio llevados a cabo entre miembros de las C/RdS/D

* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un Proyecto de Investigación financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, referencia PSE-370500-2006-1, "Potenciando la Competitividad del Tejido Empresarial Español a través de la logística como factor Estratégico en un entorno Global".

como se puede ver en Alarcón *et al* (2006), Eschenbächer y Zwegers (2003), y Lejeune y Yakova (2005) como medio para obtener ventajas competitivas. En este sentido el análisis, diseño y configuración del Proceso de Programación de la Producción en entornos Colaborativos es de máxima importancia para poder lograr una respuesta rápida y satisfactoria ante el cliente, manteniendo la eficiencia global de la C/RdS/D y las ventajas individuales para cada miembro que la compone.

En la literatura existen muchos trabajos que señalan la importancia del modelado empresarial, de los que se destacan Abdmouleh *et al* (2004) y Berio y Vernadat (2001) y, en concreto, del modelado de procesos Aguilar-Saven (2004), Ortiz *et al* (1999), y Kosanke *et al* (1999) como medio para la comprensión, análisis y optimización de dichos procesos. Por ello, se considera adecuado utilizar el modelado de procesos como medio para analizar, diseñar y representar el proceso de Programación de la Producción Colaborativa (PPC). Sin embargo, para poder realizar el modelado de dicho proceso es necesario conocer los aspectos más importantes que engloban tanto dicho proceso como el modelado de dicho proceso. Bajo este enfoque se considera útil disponer de una herramienta de ayuda, un Marco Conceptual, que guíe al usuario en el modelado del Proceso de Programación de la Producción en entornos Colaborativos.

El objetivo principal de este trabajo es el desarrollo de un marco conceptual para el modelado del Proceso de Programación Colaborativa de la Producción en la Red de Suministro o Distribución (RdS/D), bien sea dentro de un contexto determinista como de incertidumbre. La meta es proporcionar al responsable de modelar la información necesaria y mínima que debe tener en cuenta en el modelado, es decir, los aspectos fundamentales que van a influir en el proceso. No se trata de decir cómo se tiene que hacer un modelo (metodología), ni de hacerlo (aplicar la metodología), sino de enumerar, clasificar y explicar qué aspectos se han de tener en cuenta para el modelado.

2. Propuesta de un Marco Conceptual para el Modelado de Procesos de Programación Colaborativa de la Producción en un Contexto de Cadena/Red de Suministro/Distribución

En este documento se tendrán en cuenta los elementos generales que deben ser considerados en el proceso de Programación Colaborativa de la Producción. Se trata identificar de forma ordenada aquellos conceptos que el modelador debe considerar en cualquier proceso de modelado del procedimiento comentado.

Atendiendo a Alarcón *et al* (2007), el término “Marco Conceptual” se refiere al conjunto de conceptos genéricos que, organizados e interrelacionados, permiten y ayudan a desarrollar aplicaciones particulares y concretas de ellos mismos. En este sentido, las características y componentes de un Marco Conceptual dependerán de su utilidad. De esta forma, un Marco Conceptual para el Modelado de Procesos, debería contener un *conjunto de conceptos organizados e interrelacionados que ayudasen a construir un modelo concreto de un proceso*. Por ello, y en lo que respecta al Marco Conceptual que se desea proponer, se considera fundamental la visión funcional, aunque dicha visión se enriquece o complementa con las vistas de recursos e informacional.

2.1. Terminología

El Marco Conceptual, globalmente debe proporcionar el conjunto de términos y conceptos básicos que hay que considerar para la construcción de un modelo del proceso de

Programación Colaborativa de de la Producción en contexto de RdS/D. En este apartado los términos y conceptos se agrupan en base a los otros dos bloques del marco conceptual: terminología referente al PPC y terminología del modelado de procesos.

Terminología del Proceso de PPC

Siguiendo la definición de Companys y Corominas, 1996), se entenderá la programación de la producción el proceso de asignación de órdenes de fabricación y/o las operaciones en que se descomponen, a recursos específicos dentro de intervalos de tiempo concretos. La fase de programación se engloba dentro del SPCO, como una etapa posterior a la planificación y el cálculo de necesidades. Y se considerará que esta se produce en un entorno colaborativo si se identifican restricciones consecuencia de una relación con otros actores, y parámetros de prestaciones que independientemente del rendimiento individual de un taller midan el grado de consecución de la relación en su aspecto operativo. El modelador deberá conocer y aplicar los conceptos de carga, secuenciación y temporización.

El modelado deberá conocer y aplicar los conceptos de sistema determinista y con incertidumbre, y fundamentalmente las ideas de problemas estáticos y dinámicos. Un problema estático es aquél en el que los eventos, las prioridades, los recursos, las necesidades, el entorno y los requerimientos son finitos y son conocidos en el instante inicial. Por lo tanto, en este tipo de problemas, el horizonte de programación no se extiende más allá de un periodo determinado. Mientras que un programa se entiende como dinámico si se realiza en un entorno volátil que necesita frecuentes cambios para adaptarse a los requerimientos (Stankovic, Spuri, Marco & Buttazzo, 1995; Zurres & Chaudhuri, 1993).

Otros términos que el modelador debe conocer son los de configuración del sistema productivo, relacionados con la hoja de ruta y la distribución de los recursos en la planta, la de Medida de eficiencia relacionada con las prestaciones que se desean medir en el sistema.

Finalmente se destacan los conceptos relacionados con la toma de decisiones vinculadas a los sistemas no estáticos como son los términos de “estrategia de programación” y “política de reprogramación”. Se considera que estos conceptos son fundamentales en un sistema colaborativo en el cual la variación de la condiciones de sistema durante el horizonte de programación pueden ser importantes y pueden aconsejar el planteamiento de problemas dinámicos. Para el marco conceptual que se propone es importante utilizar los términos de programación predictivo-reactiva y reactiva definido por Vieira *et al* (2003).

Terminología referente al Modelado de Procesos

Los términos y definiciones respecto al modelado de procesos del presente trabajo son:

- El modelado empresarial (Enterprise Modelling – EM) es un término genérico que engloba a un conjunto de actividades, métodos y herramientas relacionados con el desarrollo de modelos de varios aspectos de una empresa o de una red de empresas.
- Las técnicas de modelado empresarial permiten describir las operaciones de una empresa en términos de: objetivos, estructuras, funcionalidades, evolución y relaciones con su entorno (clientes y proveedores).

- Un modelo es “una representación externa y explícita de una parte de la realidad tal y como la ve la gente que desea utilizarlo para entender, cambiar, gestionar y controlar esa parte de la realidad”. Un modelo de un proceso describe tanto las funcionalidades como el comportamiento operacional de la empresa e identifican toda la información generada y requerida.
- Los formalismos de modelado son un medio para representar piezas de conocimiento que deben transmitirse sin ambigüedad, y que permiten construir modelos según unos conceptos asociados. Las bases teóricas para los formalismos de modelado se pueden encontrar en la teoría de grafos, la teoría de lenguajes y estructuras lógicas, etc.
- Los bloques constructivos básicos de modelado son la base para la construcción de cualquier modelo. Son los elementos de modelado cuya gran ventaja aparece por el hecho de ser catálogos de referencia, utilizables para cualquier tipo de empresa.
- Una herramienta de modelado de procesos es una aplicación informática que permite a directivos y analistas crear modelos de procesos.
- Las vistas de una empresa están relacionadas con establecer distintas “ventanas” por las que se puede observar y manipular aspectos selectivos de una empresa. Así, cuando se analiza una vista de la empresa, se está centrando en algunos aspectos particulares, y se suprimen los detalles menos significativos.

2.2. El Proceso de Programación Colaborativa de la Producción

El objetivo de este apartado es exponer todos los conceptos y aspectos principales referentes al PPC que hay que tener en cuenta para el modelado de dicho proceso. Los conceptos y aspectos se encaminan a responder a las siguientes preguntas del proceso de PPC: ¿Qué se hace?, ¿Cuándo se hace?, ¿Quién lo hace/con qué recursos?, y, ¿Con qué entradas/salidas de materiales y de información?

Una de las premisas del modelado de procesos es que, de manera previa al modelado, se ha de definir el tipo de modelado y la técnica que se va a utilizar ya que, dependiendo de estas dos variables, será necesaria una información del proceso u otra.

Por otro lado, el marco conceptual propuesto tiene como alcance identificar los aspectos fundamentales que hay que tener en cuenta para el modelado del PPC y, por tanto, no considera la definición del tipo y técnica de modelado. Por ello, el marco conceptual debe contener toda la información del proceso independientemente de cualquier tipo de modelado y técnica utilizada posteriormente según queda reflejado en el Marco Conceptual.

Además, para facilitar el posterior modelado del proceso de PPC y para entender mejor la complejidad que plantean los entornos colaborativos para dicho proceso, se van a identificar las diferencias entre un proceso de Programación de la Producción en un entorno tradicional (no colaborativo) de empresa única y un PPC. Por ello, en este apartado se van a detallar los aspectos básicos del proceso Programación de la Producción bajo las tres vistas identificadas (funcional, física e informacional) en ambos contextos (tradicional y colaborativo).

La vista funcional se utiliza para organizar la empresa como un conjunto de dominios funcionales que interactúan entre sí, y describir los procesos actuales, las condiciones de disparo de los eventos y su ejecución. ¿Qué se hace? ¿Cuándo se hace?

La vista informacional se utiliza para describir las entidades usadas por actividades y procesos. La información y los objetos fluyen con sus correspondientes restricciones como un modelo de datos conceptual para el soporte del proceso de integración. ¿Qué entradas/salidas se usan en las funciones?

La vista física o de recursos se usa para declarar y definir los objetos que pueden jugar el papel de recurso en la ejecución de actividades. ¿Qué capacidades son necesarias?

La vista organizacional se utiliza para describir la organización y la estructura decisional de la entidad de negocio, y asignar responsabilidades y autoridades a los componentes de una arquitectura particular. ¿Cómo se organizan? En el análisis de requerimientos la arquitectura CIMOSA no incluye esta vista, que si será utilizada en la fase de diseño e implementación.

Vista Funcional

Se trata de poder responder a las preguntas de ¿Qué hay que hacer? Y ¿Cuándo hay que hacerlo? Para plantear las respuestas se ha dividido el proceso en dos subprocesos: El proceso de Programación Predictiva y el proceso de Programación Reactiva.

El proceso de Programación Predictiva se subdividirá en un proceso de Carga y otro de Secuenciación/Temporización. Sin embargo el proceso de Programación Reactiva sólo incluirá un proceso de Reprogramación.

Para el proceso de Carga deberían de tenerse en cuenta las actividades de revisión de la disponibilidad de recursos, la asignación teórica de cargas y la revisión. Para el Proceso de secuenciación/temporización habría que tener en cuenta las actividades de revisión y carga de datos y parámetros, lanzamiento del algoritmos, ajustes finos de los resultados y validación de resultados.

El proceso de Reprogramación tiene asociadas las siguientes actividades: Identificación del evento y validación de su impacto, Establecimiento de una estrategia para la reprogramación, revisión y carga de parámetros, Control de la ejecución de la Estrategia, Ajustes y Validación de los resultados.

Estos procesos y actividades son los propuestos dentro de este marco conceptual para el análisis de la situación de un sistema de cualquier proceso de programación colaborativa de la producción.

Vista Informacional

Se trata de poder responder a la pregunta ¿Qué entradas/salidas se usan en las funciones? Este quizás sea el aspecto más importante del proceso que se está analizando, ya que la Programación de la Producción, tal y como se ha definido, es un proceso básicamente de toma de decisiones.

A continuación se comentan los elementos más relevantes que se deben considerar:

- Programa de Producción en Curso. Contiene el programa de la producción en curso. Es decir los trabajos con especificación de que recursos realizan cada operación y en que fecha se inicia y finaliza, diferenciando los cambios de partida de las operaciones.
- Capacidad Disponible de Almacén Producto. Contiene la capacidad en metros cuadrados que está disponible en cada almacén de producto (final e intermedio).
- Tiempos de Cambio de Partida. Contiene la información relativa a los tiempos de cambio de partida para cada producto en función del producto que le preceda y de la máquina en la que opere.
- Tiempos de Proceso. Contiene la información relativa a los tiempos de proceso para cada producto en función de la máquina en la que opere.
- Operaciones Trabajos. Contiene la información relativa a las operaciones para cada producto.
- Máquinas Factibles por Trabajo/Operación. Contiene la información relativa a las máquinas que pueden realizar una determinada operación para cada producto.
- Trabajos Pendientes. Informa sobre el conjunto de trabajos pendientes de programar para un periodo dado.
- No Disponibilidad por Mantenimiento de Máquina. Proporciona información sobre los periodos de no disponibilidad de las máquinas por estar previsto un mantenimiento preventivo.
- Parámetros del Programa. Contiene el conjunto de parámetros necesarios para calcular un programa o reajustarlo.
- Inconsistencias. Contiene una lista con tipos de datos que se han detectado inconsistentes o ausentes en la actividad de revisión y carga de datos y parámetros.
- Reglas de Inferencia. Contiene el grado de éxito alcanzado con un determinada algoritmo en función del tipo de evento, operación en la que se ha detectado y tipo de impacto.

Vista de Recursos

La vista de recursos debe identificar las capacidades necesarias para realizar las funciones indicadas, en este caso los Proceso de Programación de la Producción Predictiva y Reactiva. En este caso se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Qué capacidad es la que puede proporcionar una adecuada adquisición de datos en el sistema? Esta cuestión abarca aspectos de adquisición de datos en planta y su tratamiento informático.
- ¿Qué capacidad con la que se podrá generar un nuevo programa productivo predictivo? ¿Y reactiva? Estas cuestiones están relacionadas con los algoritmos que deben generar dichos programas.

- ¿Con qué capacidad cuenta la empresa para refinar programas? ¿Y para determinar acciones en caso de eventos (reprogramación)?

El cumplimiento de estas capacidades puede dar lugar a la necesidad de disponer de ciertos recursos que en el ámbito del análisis del sistema no se considera necesario identificar.

Adecuación y Utilidad del Modelo

Hay que destacar que en el entorno industrial real, en la mayoría de los casos, no se suelen aplicar los resultados obtenidos a partir de las investigaciones académicas en teoría de programación de producción, desarrolladas desde hace más de tres décadas, y que podrían ayudar a mejorar los programas de fabricación en las empresas. Esto puede ser debido a varios factores:

La teoría de programación y los métodos de resolución utilizados, son desconocidos o son difíciles de entender por las personas encargadas de desarrollar la función de programación de producción. La solución a este problema, pasa por una mejora en la capacitación del personal encargado de programar la producción y el desarrollo de procedimientos, que hagan más amigable la resolución de los problemas por personal no excesivamente cualificado en teoría de secuenciación.

Las situaciones analizadas en la teoría no son suficientemente cercanas a las encontradas en la práctica. Es común analizar problemas simplificados, que después son difíciles de extrapolar al entorno industrial real. Sin embargo, cada vez más, están apareciendo desarrollos que permiten un mejor acercamiento a la realidad. La aplicación de las técnicas heurísticas, mucho más flexibles en este aspecto, permite evitar este problema.

El responsable del modelado del Proceso debe considerar la situación de forma que la simplificación de la realidad no conlleve la posterior invalidez del propio modelo.

2.3. El Modelado de Procesos

En este bloque de contenidos se incluye la información que se considera pertinente para el modelado de procesos, en general. Teniendo en cuenta que el modelado de procesos, en este documento, debe basarse en la vista funcional, pero contener también información de las vistas física e informacional.

En general, existen varios usos del modelo de un proceso. Se pueden identificar hasta 15 usos en (Abdmouleh *et al*, 2004), (Aguilar-Saven, 2004), (Berio y Vernadat, 2001), (Curtis *et al*, 1992), (Kosanke *et al*, 1999) y (Melao y Pidd, 2000). En el presente trabajo, los objetivos del modelado del PPC son: El propósito de modelar un proceso para poder entenderlo, diseñarlo y gestionarlo que se correspondería con el bloque de “Entender y Comunicar un Proceso”, “Desarrollo de un Proceso” y “Gestión de un Proceso” respectivamente de la taxonomía de (Giaglis, 2001). También se tiene el propósito de modelar el proceso para capitalizar su conocimiento que se correspondería mayoritariamente con el bloque “Mejora de un proceso” de la taxonomía de (Giaglis, 2001), aunque, una vez se dispone del conocimiento de un proceso, este conocimiento puede también servir para los otros tres bloques identificados previamente: “Entender y Comunicar un Proceso”, “Desarrollo de un Proceso” y “Gestión de un Proceso”. Dado que los cuatro propósitos se corresponden con cuatro bloques distintos, las técnicas a seleccionar deberán cubrir los cuatro bloques identificados aunque puede suceder

que, debido a los aspectos que se desean cubrir del PPC, sea más apropiada la utilización de otras técnicas.

Tal como se comentado en el apartado anterior, la vista de física es la que se encarga de responder las preguntas: ¿Quién lo hace/Con qué lo hace? y, en una C/RdS/D colaborativa, debería contemplar cinco aspectos clave: a) etapas de la RdS/D, b) número y tipo de nodos, c) las distintas áreas funcionales que intervienen en el PPC en cada nodo, d) combinaciones entre recursos disponibles y e) flujos de materiales posibles. En cuanto a la vista física como tal, (Giaglis, 2001) no la considera en su taxonomía. Sin embargo, para (Giaglis, 2001), la vista organizacional representa dónde y quién realiza las actividades, los mecanismos de comunicación físicos utilizados para transferir entidades y, los medios físicos y ubicaciones utilizadas para almacenar entidades. En base a la similitud que existe en la concepción de dicha vista organizacional y la vista física del presente documento, se podría utilizar para representar la vista física, las técnicas de modelado que según (Giaglis, 2001) corresponden a la vista organizacional. Por ello, atendiendo a dicho autor, para que la vista física pueda cubrir los cuatro propósitos de modelado citados, se pueden utilizar técnicas de simulación o RAD (Rol Activity Diagrams). Sin embargo, dados los cinco aspectos que se desean modelar para la vista física de la C/RdS/D colaborativa y los cuatro propósitos de modelado, la técnica de modelado IDEF0 puede ser también utilizada.

La vista Funcional, tal como se ha comentado anteriormente, es la encargada de dar respuesta a las preguntas ¿Qué se hace? y ¿Cuándo se hace? y, en C/RdS/D colaborativa debería incluir actividades de: a) comprobación, b) coordinación y c) transferencia de capacidades productivas que no existen en C/RdS/D tradicionales. En cuanto a la pregunta ¿Qué se hace?, se corresponde con el contenido y alcance de la vista funcional de (Giaglis, 2001). Respecto a la pregunta ¿Cuándo se hace?, (Giaglis, 2001) establece una vista denominada vista de comportamiento que representa cuando y como se realizan las actividades. Por ello, para poder dar respuesta a ambas preguntas de la vista funcional según este trabajo, se han de considerar tanto la vista funcional como de comportamiento según (Giaglis, 2001). Las técnicas de modelado que pueden representar las vistas funcional y de comportamiento según (Giaglis, 2001) y los cuatro propósitos de modelado son: IDEF0, técnicas de Simulación y técnicas de Dinámica de Sistemas.

La vista informacional, según se ha comentado anteriormente, es la encargada de responder la pregunta ¿Con qué entradas/salidas de información? se realiza cada actividad de la C/RdS/D y, en un entorno colaborativo debería de cubrir los aspectos clave: a) disponibilidad de tecnologías de la información y comunicaciones superiores, b) mayores flujos de información y, c) estado de la información descentralizada. El contenido y alcance de la vista informacional reflejada anteriormente en este trabajo, se corresponde al contenido y alcance de la vista informacional según (Giaglis, 2001). Por ello, atendiendo a esta vista y a los propósitos de modelado, se puede establecer que para la vista informacional, las técnicas de modelado que pueden representar los cuatro objetivos son: DFD, Entidad-Relación, Transición de Estados, IDEF1x y UML. Sin embargo, dados los tres aspectos que se desean modelar para la vista informacional de la C/RdS/D colaborativa y los cuatro propósitos de modelado, la técnica de modelado IDEF0 puede ser también utilizada.

De la revisión realizada, se puede concluir que a pesar de las diferencias existentes entre las tres vistas, debido a las particularidades del PPC, existe una técnica, IDEF0, que permite modelar los cinco aspectos del PPC, las tres vistas y los cuatro propósitos de modelado y, por tanto, sería la más conveniente a utilizar. No obstante, si se desea profundizar en las vista física e informacional sería necesario considerar técnicas más apropiadas, como las

propuestas por (Giaglis, 2001). Por otro lado, cabe la posibilidad de que en casos concretos de modelado del proceso de PPC sea más adecuada la utilización de determinadas técnicas. Esto es debido a que dependiendo del conocimiento y experiencia de los modeladores y, a las políticas que se siguen en determinadas empresas y/o C/RdS/D, sea más conveniente el uso de otras técnicas de modelado.

3. Conclusiones

Actualmente son cada vez más el desarrollo de nuevas formas de organización en las empresas, las cuales se centran en el trabajo compartido y coordinado de manera que, trabajando a través de la colaboración, se desarrollen nuevos modos de competir que acarreen consigo beneficios tales como reducción de costes, de inventarios y sobre todo, de un mejor servicio a los clientes, más enfocado al cumplimiento de sus requerimientos. Todo esto se está traduciendo en formas de trabajo que coordinan las CS de las empresas hacia la Planificación Colaborativa.

Se considera que unos de los procesos fundamentales en las RdS/D es la Planificación Colaborativa de Operaciones y por lo tanto la necesidad de modelar esta serie de procesos, motivo por el cual en el presente trabajo se ha considerado el desarrollo y presentación de un marco conceptual como paso previo necesario al modelado de un Proceso de Programación Colaborativa de Operaciones dentro de una RdS/D, el cual va a contribuir en gran medida a la facilitación de la tarea que tenga que desarrollar el modelador o la persona encargada de modelar procesos encuadrados en este concepto.

Para llegar al desarrollo de este marco conceptual se han tenido en cuenta los trabajos realizados por diferentes autores que han tratado el tema con anterioridad, de manera que ha podido llevarse a cabo una metodología de trabajo cómoda y centrada. En esta forma de trabajo se ha optado por tomar un marco de referencia sobre el cual trabajar como ha sido el marco propuesto por Alarcón *et al* (2007) en el que se ha explotado la parte que los autores definen como Planificación Colaborativa en Contexto de RdS, dando como resultado el marco propuesto en el artículo.

Referencias

Abdmouleh, A.; Spadoni, M.; Vernadat, F. (2004). "Distributed client/server architecture for CIMOSA-based enterprise components". *Computers in Industry*, 55(3): 239-253.

Aguilar-Saven, R.S. (2004). "Business process modelling: Review and framework". *International Journal of Production Economics*, 90(2):129-149.

Alarcón, F.; Alemany, M.M.E.; Ortiz, A.; Lario, F.C. (2006). "Modelling the Order Promising Process for Collaborative Networks". *ECPPM (European Conference on Product and Process Modelling)*. Valencia.

Alarcón, F.; Lario, Fco.; Bozá A.; Pérez, D. (2007). "Propuesta de Marco Conceptual para el modelado del proceso de Planificación Colaborativa de Operaciones en contextos de Redes de Suministro/Distribución (RdS/D)". *XI Congreso de Ingeniería de Organización, International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*. Madrid.

Berio, G.; Vernadat, F. (2001). "Enterprise modelling with CIMOSA: functional and organizational aspects". *Production Planning & Control*, 12(2):128-136.

- Companys, R.; Corominas, A. (1996). *Dirección de operaciones. Organización de la producción II*. Barcelona.
- Conway, R.W.; Maxwell, W.L.; Miller, L.W. (1967). *Theory of Scheduling*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Curtis, B., Kellner, M.I., & Over, J. (1992). "Process modelling". *Communications of the ACM*, 35(9):75-90.
- Eschenbächer, J.; Zwegers, A. (2003). Collaboration in value creating networks: the concepts of collaborative commerce". *Collaborative Systems for Production Management*.
- Giaglis, G.M. (2001). "A taxonomy of business process modeling and information systems modeling techniques". *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 13(2):209-228.
- Kosanke, K.; Vernadat, F.; Zelm, M. (1999). "CIMOSA: enterprise engineering and integration". *Computers in Industry*, 40(2-3):83-97.
- Lambert, M.D.; Cooper, M.C. (2000). "Issues in supply chain management". *Industrial Marketing Management*, 29:65-83.
- Lejeune, M.A.; Yakova, N. (2005). "On characterizing the 4 C's in supply chain management". *Journal of Operations Management*, 23(1):81-100.
- Melao, N.; Pidd, M. (2000). "A Conceptual framework for understanding business processes and business process modelling". *Information Systems Journal*, 10(2):105-129.
- Ortiz, A.; Lario, F.; Ros, L.; Hawa, M. (1999). "Building a production planning process with an approach based on CIMOSA and workflow management systems". *Computers in Industry*, 40(2-3):207-219.
- Stankovic, J.A.; Spuri, M.; Marco, D.N.; Buttazzo, G.C. (1995). "Implications of classical scheduling results for real-time systems". *IEEE Computer*, 16-25.
- Suresh, V.; Chaudhuri, D. (1993). "Dynamic Scheduling - A Survey of Research". *International Journal of Production Economics*, 32(1):53-63.
- Vieira, G.E.; Herrmann, J.W.; Lin, E. (2003). "Rescheduling manufacturing systems: A framework of strategies, policies, and methods". *Journal of Scheduling*, 6(1):39-62.