

Modelado del proceso de desarrollo de productos en empresas del sector metalmecánico de Barranquilla en la perspectiva de la Ingeniería Concurrente*

Carmenza Luna Amaya**, Carmen Berdugo Correa***,
María Carolina Herrera Hernández****,
Lina Prada Angarita*****

Resumen

Este artículo se preparó con el fin de exponer las generalidades de los resultados parciales de la investigación titulada "Diseño del Modelo del Proceso de Desarrollo de Producto (PDP) del Sector Metalmecánico de Barranquilla en la Perspectiva de la Ingeniería Concurrente".

Se presenta una breve descripción de las herramientas utilizadas para modelar el PDP gráfica y conceptualmente, de modo que logre obtenerse una caracterización cercana a las condiciones generales actuales del proceso, según los puntos de interés de la Ingeniería Concurrente (IC), agrupados éstos en cinco dimensiones: Organización, Recursos Humanos, Información, Tecnología y Mercado. De igual forma, se orientan al apoyo de la dirección, a la conformación de equipos multidisciplinarios y al uso de recursos tecnológicos.

Estas generalidades son resultado del estudio de dichas condiciones actuales del PDP en cinco (5) empresas del Sector Metalmecánico de la ciudad, revisando en cada una de ellas igual listado de criterios para luego hacer el correspondiente análisis.

Este trabajo forma parte de los proyectos que desarrolla el Grupo de Investigación en Productividad y Competitividad, en su línea de estudio en Ingeniería

Fecha de recepción: 7 de julio de 2006
Fecha de aceptación: 13 de febrero de 2007

* Basado en el Proyecto de Investigación homónima, en el marco del convenio ColCiencias – UniNorte, dirigido por Carmenza Luna Amaya. Mayo 2005 – Mayo 2006.

** Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander. Ph. D en Ingeniería Industrial. Universidad Politécnica de Valencia (España). Profesora - Investigadora del Departamento de Ingeniería Industrial. cluna@uinorte.edu.co

*** Ingeniera Industrial, Universidad del Norte. M.Sc en Ingeniería Industrial, Universidad del Norte (Colombia). cberdugo@uinorte.edu.co

**** Ingeniera Industrial, Universidad del Norte. M.Sc en Ingeniería Industrial y coordinadora de la Especialización en Logística Empresarial de la Universidad del Norte. herrerac@uinorte.edu.co

***** Ingeniera Industrial, Universidad del Norte. Auxiliar de Investigación. pradal@uinorte.edu.co

Concurrente con el objetivo de estudiar, conocer y difundir la IC como filosofía a nivel empresarial.

Palabras claves: Proceso de Desarrollo de Productos, Ingeniería Concurrente, Icam Definition Level 0 (IDEF0), Herramienta de Evaluación – PDP- Actual (HE-PDP-A), trabajo en equipos multidisciplinarios.

Abstract

This article was prepared in order to show generalities about partial results obtained on the research ColCiencias – UniNorte, which has been addressed by Carmenza Luna Maya, titled “Design of Product Process Development (PPD) at Metal mechanical Industry in Barranquilla, within the context of Concurrent Engineering (CE).

It will be shown a brief description about those tools on which PPD modeling has been based, not only graphically but conceptually and also aiming at obtaining a characterization as close as possible to general, actual conditions, according to CE’s areas of interest setting them on five groups: Organization, Human Resources, Information, Technology and Marketing. In the same way, they’re oriented towards evaluating the level of Manager’s support, multidisciplinary group work and the use of technological resources. Those general terms are the result of actual PPD conditions on five (5) enterprises at Metal mechanical Industry in the city, checking the same list of points for each one of them, for posterior analysis

This work is part of the projects developed by Productivity and Competitiveness Group, specifically in its Concurrent Engineering line with the purpose of studying, socializing and showing CE as a philosophy at enterprise level.

Key words: Product Process Development (PPD), Concurrent Engineering (CE), Icam Definition Level 0 (IDEF0), Actual-PPD-Evaluation Tool (A-PPD-ET), multidisciplinary work group.

1. INTRODUCCIÓN

El interés por la integración de economías, visto desde un enfoque global y sumado al alto perfil de los parámetros de competitividad y valor agregado, ha impulsado y facilitado su alcance a nivel mundial, tanto en los sectores productivos como en los prestadores de servicios.

Entre los procesos que se incluyen en la estructura de las empresas y las actividades propias de sus negocios, se cuenta el Proceso de Desarrollo de Productos (PDP). Este proceso implica etapas iniciales, desde la concepción

de un nuevo producto¹, pasando por la definición de sus especificaciones, la etapa general del diseño y desarrollo del prototipo y, por último, la evaluación y producción del diseño definitivo [4].

El interés del estudio del PDP radica, básicamente, en que se constituye en un proceso clave de las empresas manufactureras para alcanzar la competitividad, teniendo en cuenta que, desde sus etapas iniciales de planeación y diseño, pueden tomarse decisiones sobre costos, tiempo de entrega al mercado e incremento en la calidad de dichos productos, entre otros factores importantes. El impacto de estas decisiones logra alcanzar hasta en un 80% el desempeño de etapas de apoyo a este proceso, como son empaque, transporte, mercadeo y ventas, por mencionar algunas.

Las condiciones actuales del PDP, bien entendidas entre fortalezas y debilidades, se constituyen en oportunidades de mejora claramente trazadas. El desempeño de este tipo de proceso en empresas manufactureras del sector metalmecánico de la ciudad de Barranquilla tiene características propias. Éstas radican en sus factores claves de éxito, capacidad social y económica, las exigencias de los mercados en cuanto a calidad, innovación, tiempos de respuesta, cumplimiento de requerimientos y flexibilidad.

Ante esta realidad, los sectores productivos deben orientarse hacia enfoques que permitan innovaciones, fruto del conocimiento y la tecnología, y que garanticen el compromiso con la calidad y la rapidez de respuesta, especialmente [2].

Por lo anterior, es fácil comprender cómo en el PDP se involucran múltiples actividades, recursos, fases y decisiones que resultan tener alto potencial para mejorar si son consideradas bajo el enfoque de Sistema y Simultaneidad.

En este contexto, la Ingeniería Concurrente juega un papel importante como enfoque integrado en el diseño y desarrollo de productos, ya que

“... hace énfasis en las expectativas del cliente, apoya los valores de trabajo en equipo multidisciplinario como la cooperación la confianza, el compartir y el

¹ En esta investigación se entenderá como “Nuevo Producto” al resultado de mejoras identificadas e implementadas sobre la base de productos ya existentes, buscando con estos cambios responder a nuevas necesidades del mercado dinámico o, simplemente, complementar los servicios de los productos antes de ser mejorados.

intercambio de información y conocimiento; de tal manera que la toma de decisiones durante la etapa de diseño considere simultáneamente todos los aspectos del Ciclo de Vida de Productos” [1]

El objetivo de este artículo consiste, entonces, en presentar el levantamiento del modelo del PDP en empresas metalmecánicas y manufactureras en la ciudad, como parte de los resultados de la investigación “Diseño de un modelo del PDP del Sector Metalmecánico de Barranquilla en la perspectiva de la Ingeniería Concurrente”.

Con este levantamiento, se busca establecer las condiciones actuales del desempeño del PDP y el nivel de gestión que se alcanza en cada uno de los factores claves de las dimensiones que conforman una empresa, según la propuesta de la IC: Organización, Recursos Humanos, Información, Tecnología y Mercado.

2. HERRAMIENTAS QUE APOYAN LA CARACTERIZACIÓN DEL PDP SEGÚN LA IC

Para levantar modelos representativos del PDP, debe tenerse claro que la IC abarca la relación, en cualquier nivel en que ocurra, entre todo tipo de recursos (personas, material, maquinaria, tecnología, información, etc.) de los que dispone una organización.

Ya que se busca hacer una caracterización de las condiciones actuales del PDP, es importante resaltar la utilidad de dos herramientas, entre algunas otras, que sirven a este propósito: IDEF0 y HE-PDP-A [3].

En cuanto al IDEF0, esta herramienta permite visualizar gráficamente el conjunto de etapas y actividades que conforman el PDP y la utilización de recursos en cada caso, así como también la relación que existe entre las salidas de una actividad y las entradas de cualquier otra, bien sea dentro de la misma etapa o en cualquier otra. Con el esquema resultante, es posible estudiar la opción de desarrollar actividades *en simultánea*, compartiendo recursos y disminuyendo el tiempo de ejecución del PDP.

Por otro lado, la herramienta HE-PPD-A permite evaluar el *nivel de gestión* de los factores claves que se agrupan en cada una de las dimensiones de la IC, según fueron mencionadas anteriormente. La existencia e identificación de cada uno de estos factores lleva a *cuantificar* el estado actual de las condiciones necesarias para el desarrollo del PDP en el entorno de la IC.

El equipo de investigación realizó las consultas bibliográficas pertinentes, a continuación se explican brevemente cada una de las herramientas mencionadas.

2.1. Icam Definition Level 0 (IDEF0)

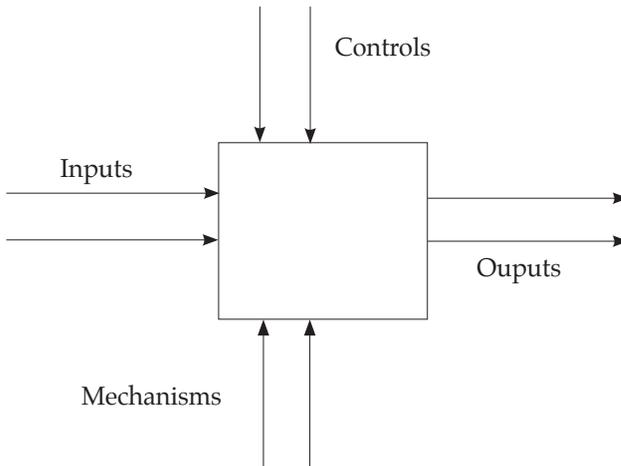
Esta técnica, tal como se mencionó anteriormente, está orientada al modelado de escenarios para la toma de decisiones. IDEF0 es un derivado del lenguaje gráfico *Structured Analysis and Design Technique* (SADT).

Como una herramienta de comunicación, IDEF0 incrementa el nivel de participación de miembros del PDP y promueve el consenso para la toma de decisiones a través de gráficos simplificados. Como una herramienta de análisis, IDEF0 asiste al líder del PDP para identificar qué funciones se ejecutan, qué se requiere para la ejecución de dichas funciones, qué es lo que el sistema hace correctamente y qué hace mal en el momento del estudio.

Para modelar el PDP con esta técnica, es preciso identificar previamente en el proceso:

- *Entradas*: Insumos tangibles e intangibles sobre los cuales se agregará valor al terminar la actividad.
- *Mecanismos*: Recursos necesarios para hacer operativa la actividad.
- *Controles*: Parámetros que permiten mantener en condiciones normales el desarrollo de la actividad, se convierten en guías a consultar para asegurar su cumplimiento. No reciben valor agregado.
- *Salidas*: Producto de cada actividad. Se convierten en entradas de actividades anteriores (el caso de cambios al diseño de productos) o siguientes (el caso de entrega de material aprobado para el desarrollo de productos).

El esquema simple de cajas (que representan las actividades) y flechas (que representan las entradas, salidas, mecanismos y controles), se presenta en la Figura 1:



Fuente: www.idef.com/IDEF0.html

Figura 1: Gráfica de “Cajas y Flechas” en IDEF0

El IDEF0 es útil para el modelado del PDP porque:

- Favorece el entendimiento de la representación del ciclo de vida del producto.
- Los modelos en esta técnica ayudan a tener una mejor planeación para el desarrollo del producto.
- Contribuye a la definición de información necesaria en cada actividad y su integración.
- Integra la información correcta en el lugar correcto, en el tiempo correcto y usando el formato correcto.

2.2. Herramienta de evaluación – PDP –Actual (HE-PDP-A)

Esta herramienta recolecta, a manera de encuesta, la visión de los funcionarios de la empresa que participan desde sus cargos en el PDP. Esta información permite analizar la situación actual del PDP de la empresa para detectar las áreas de mejora bajo el enfoque de la IC. La herramienta HE-PDP-A evalúa los siguientes elementos:

- Dimensiones de la empresa: Las cinco dimensiones mencionadas anteriormente.
- Factores clave: Son los elementos necesarios para identificar características del PDP en cada dimensión.
- Niveles de Gestión: Grado de esfuerzo para trabajo en equipo multidisciplinario. El nivel cero (0) es el mínimo y representa una situación nula, mientras que el nivel cuatro (4) es el máximo al que puede aspirar una empresa en cuanto a términos de integración de su PDP en el entorno de la IC.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología seguida para este levantamiento del modelo del PDP, tal como se presenta, toma como referente la metodología de la investigación "Diseño del modelo del PDP del sector metalmeccánico de Barranquilla en la perspectiva de la IC"[2].

Etapa 1: PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

Fueron seleccionadas cinco (5) empresas manufactureras del sector metalmeccánico de la ciudad, fijando como criterios de escogencia:

- PDP claramente definido al interior de la organización. Sus actividades se confunden en menor medida con actividades de apoyo varias.
- Disposición para la ejecución de proyectos en equipos de trabajo, con el apoyo de la dirección.
- Utilización de tecnologías para el PDP.

Etapa 2: INTRODUCCIÓN Y VISIÓN DE IC

Esta etapa busca sensibilizar a los directivos de las empresas con respecto a la temática y beneficios que tiene involucrar la filosofía de Ingeniería Concurrente como política estratégica para el manejo del PDP y su impacto en la competitividad de la empresa.

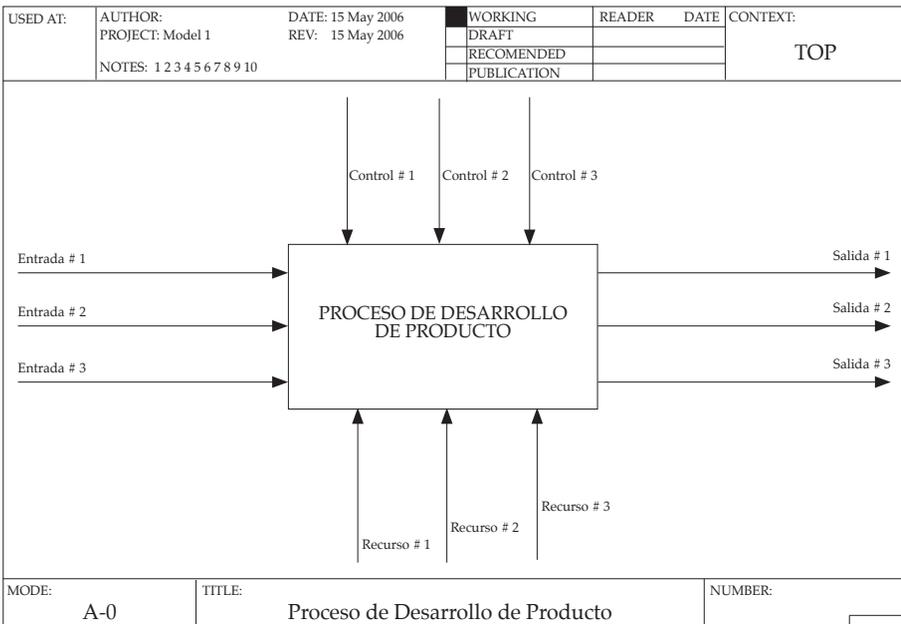
Etapa 3: MODELADO DEL PDP EN EL SECTOR METALMECÁNICO

Esta etapa está relacionada con el entendimiento del PDP en la empresa y la evaluación de su situación actual. La importancia de esta etapa radica en que se establece un modelo estándar del PDP, dado que no siempre se tiene claridad, ni una idea unificada sobre este proceso; por lo cual se requiere tener un consenso sobre las actividades, responsabilidades y requerimientos de información y recursos.

La recolección de la información para caracterizar el estado actual del PDP en cada empresa participante se hizo a través de observación directa, visitas al proceso, entrevistas y encuestas dirigidas a los miembros del equipo actual para diseño y desarrollo de productos.

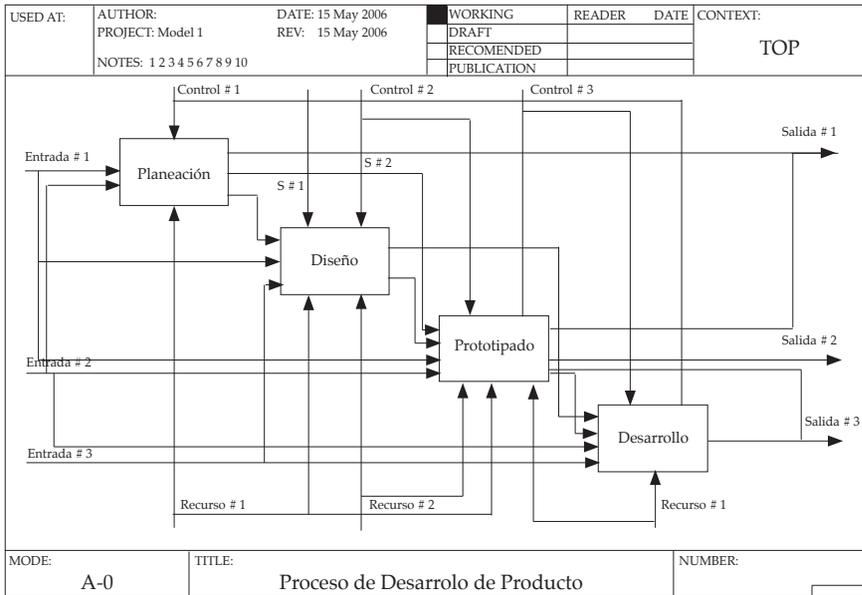
4. RESUMEN DE RESULTADOS

Luego de graficar el PDP de cada una de las empresas en IDEF0 para observar la utilización de recursos (mas no la secuencia de actividades), resultaron modelos como el genérico de las Figuras 2a)-c):



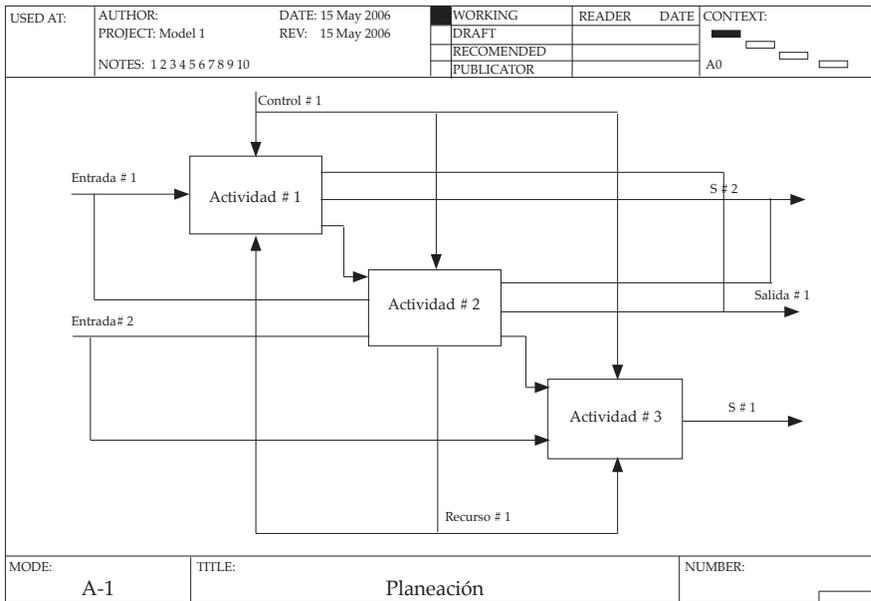
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 a). Proceso de Desarrollo de Producto – Función General (Nivel 0)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 b). Proceso de Desarrollo de Producto – Despliegue por etapas (Nivel 1)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 c). Proceso de Desarrollo de Producto – Despliegue por actividades (Nivel 2)

En todos los casos, el modelado del PDP en IDEF0 hizo evidente que una entrada puede serlo para más de una etapa / actividad, lo mismo que un control y un mecanismo específicamente. Al mismo tiempo, cada etapa / actividad puede recibir más de una entrada, más de un mecanismo y más de un control, en caso de ser necesario.

De igual forma, el modelo resultante para cada PDP permite observar que para las empresas participantes es importante contar con retroalimentaciones en las etapas de diseño y prototipo, de modo que logren corregirse a tiempo las inconsistencias del diseño para asegurar, así, la funcionalidad del producto y el aprovechamiento de las capacidades de manufactura de cada organización.

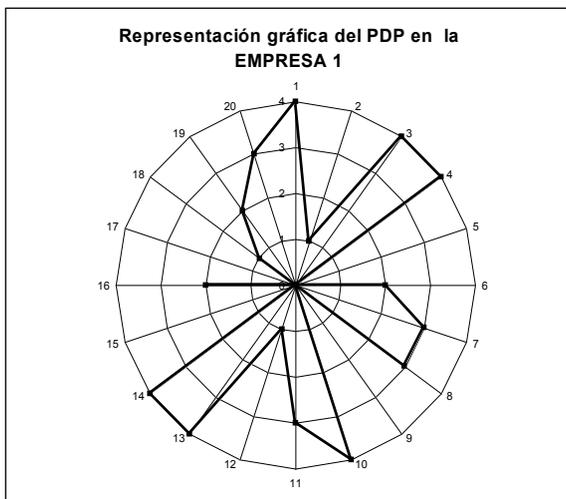
Por otro lado, los resultados del estudio también están orientados hacia el consolidado de la evaluación de los factores claves de cada dimensión, los cuales han sido mencionados anteriormente sin ser detallados. La Tabla 1 presenta cada dimensión y el conjunto de factores claves que agrupa en ella:

Tabla 1
 Criterios de evaluación del PDP en el entorno de la IC.

Dimensión	Factor Clave	ID
Organización	Apoyo de la dirección	1
	Integración de equipos	2
	Proveedores	3
	Enfoque de procesos y mejora continua	4
	Enfoques o metodologías de apoyo	5
	Metodologías de planificación	6
Recursos Humanos	Empowerment	7
	Motivación y creatividad	8
	Capacitación y entrenamiento	9
Mercado	Satisfacción de los requerimientos del cliente	10
	Análisis y seguimiento del mercado	11
	Planificación y revisión del mercado	12
Información	Gestión del producto	13
	Administración y uso de datos del producto	14
	Documentación y uso de las capacidades de manufactura	15
	Retroalimentación	16
	Intercambio de información	17
Tecnología	Estándares	18
	Estrategia tecnológica	19
	Tecnología asistida por computador	20

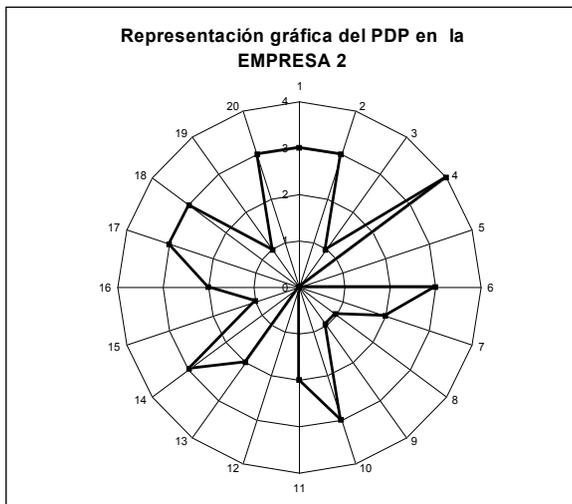
Fuente: [3].

Para cada empresa participante (identificadas del 1 al 5), el consolidado de su situación actual se muestra como sigue:



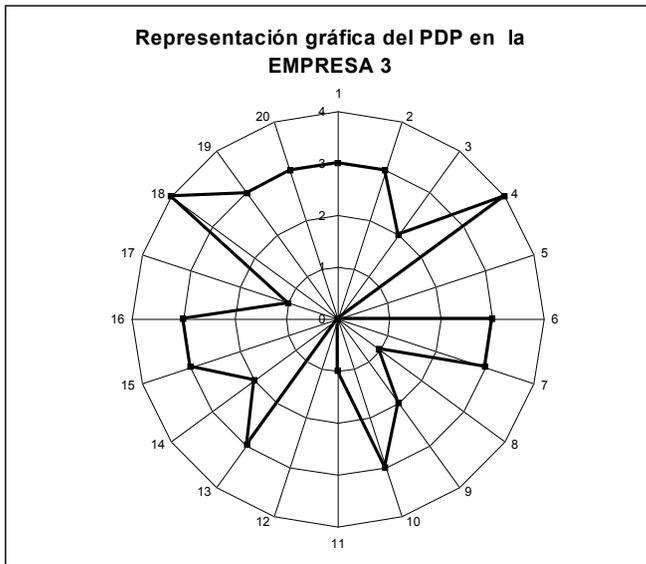
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Consolidado – Encuestas a miembros del PDP sobre su estado actual en la empresa 1



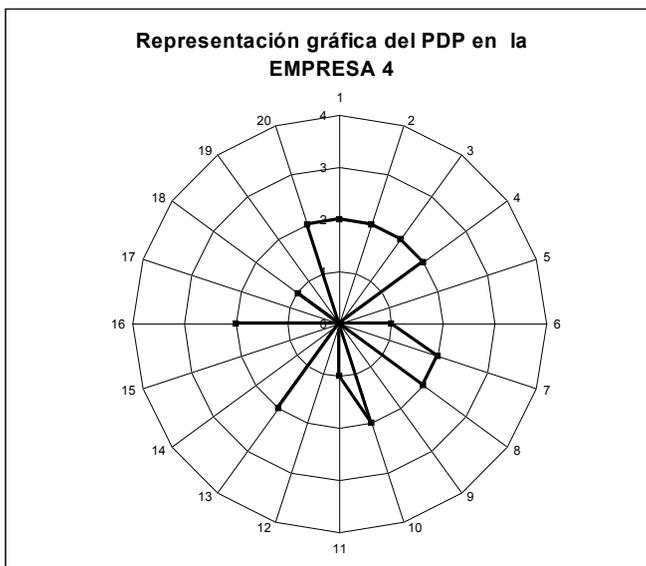
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Consolidado – Encuestas a miembros del PDP sobre su estado actual en la empresa 2



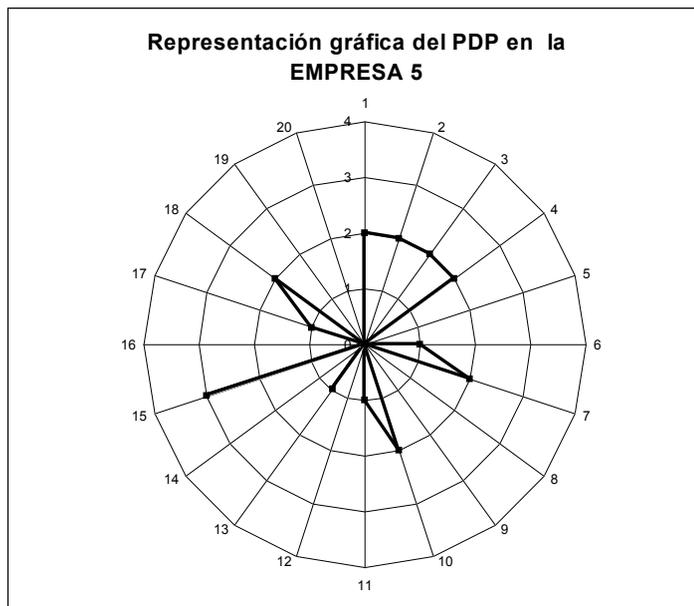
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Consolidado – Encuestas a miembros del PDP sobre su estado actual en la empresa 3



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Consolidado – Encuestas a miembros del PDP sobre su estado actual en la empresa 4



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Consolidado – Encuestas a miembros del PDP sobre su estado actual en la empresa 5

A partir del análisis de las figuras 3-7, se puede observar el Nivel de Gestión (de 0 – nulo a 4 – excelente) para cada factor, lo cual determina el grado de avance que tiene cada una de las empresas para la implementación de la IC como filosofía corporativa a largo plazo. Esto determina, a su vez, el nivel de esfuerzo para lograrlo según la situación en que se encuentran los elementos en cada caso.

5. CONCLUSIONES

A continuación se presentan algunas de las conclusiones a las que se puede llegar, de modo general, sobre la situación del PDP en el sector metalmeccánico de Barranquilla, a partir de los resultados del modelado del proceso en las cinco empresas referentes:

- Ninguna de las empresas conocía la técnica IDEF0 para el levantamiento gráfico de las funciones y subfunciones del PDP, análisis de utilización de recursos y asignación de responsables.

- Sólo tres de las empresas hacen análisis de ejecución simultánea de actividades (que no resulten ser restrictivas entre sí), aunque sólo una de ellas conocía formalmente que este es el fuerte de la propuesta de la IC.
- Las cinco empresas conforman equipos de trabajo para la ejecución del PDP. Sólo una de éstas conforma equipos multidisciplinarios con personal de áreas implicadas en el PDP que se mantienen al tanto del proyecto, a pesar de cumplir funciones en proyectos aparte. Dos de ellas conforman dichos equipos de manera temporal y no se mantienen 100% hasta el cierre del proyecto, sino que consultan a sus miembros mientras se ocupan de sus funciones diarias. En otras palabras, tienden a conformar equipos de trabajo de tipo pesado.
- Sólo una de las empresas presenta equipos multidisciplinarios 100% respaldados por la dirección de la compañía, otorgándoles autonomía para la toma de decisiones al interior del proyecto conformado. Las otras 4 empresas no cuentan con tal ventaja, los miembros de sus equipos de PDP llegan hasta la formulación de posibles escenarios para la toma de decisiones, pero el rumbo final lo aprueba, desaprueba o decide la dirección.
- De igual forma, las empresas participantes presentan debilidades en la evaluación y selección de proveedores y, en caso de lograr escoger con algún nivel de confiabilidad, no son involucrados en las etapas de planeación y diseño del PDP.
- En cuanto a la aplicación de metodologías basadas en conocimiento, ninguna de las empresas reconoce la existencia, ventajas del QFD, DFX, FEMA, entre otros ni sus aplicaciones en la etapa de diseño.
- Las cinco empresas cuentan con tecnología para diseño que cumple con los requerimientos específicos de ésta área, pero sólo dos han logrado integrarlas en mayor grado a la actividad del PDP. Además, sólo una empresa se caracteriza por contar con excelente nivel de gestión en cuanto a adquisición y utilización de tecnología.

Para terminar, es importante resaltar el alto potencial que presenta el sector metalmecánico de Barranquilla con respecto a la mejora del desempeño del PDP en el entorno de la IC, especialmente en sus aspectos fundamentales, como son: uso de herramientas de apoyo, tecnología, trabajo en

equipos multidisciplinarios y, sin que pueda faltar, el apoyo de la dirección para tal efecto.

Referencias

- [1] AL-ASHAAB, Sociedad de Ingeniería Concurrente. Morelos (Monterrey), México, 1997.
- [2] C. LUNA, 2000. Artículo “Aplicación de las técnicas y tecnologías asociadas con la Ingeniería Simultánea en el Sector Manufacturero de Barranquilla”, *Revista Ingeniería Desarrollo*, 2000, Universidad del Norte. Vol. 8, pp. 1-24.
- [3] C. LUNA. *Propuesta Metodológica para mejorar el Proceso de Desarrollo de Producto. Aplicación en el Sector Metalmeccánico en la ciudad de Barranquilla*. Tesis Doctoral. Valencia, España: Ediciones UPV, 2004.
- [4] M. C. HERRERA. Documento preliminar – Tesis de Grado para título de Magistra en Ingeniería Industrial. Barranquilla: Universidad del Norte, 2006.
- [5] INTERNET. www.idef.com