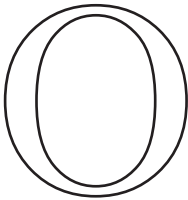


**Cecilia de las Mercedes Ramírez L.**  
ceciliaramirezleon@gmail.com



**oportunidades de aplicación del  
diseño concurrente, el caso del  
sector muebles en madera, del  
corredor industrial de Boyacá.**

*Opportunities for applying concurrent  
design, the case the wooden  
furniture sector of the industrial  
corridor of Boyacá.*

Primera versión recibida 15 de octubre 2016  
Revisado 28 de octubre 2016  
Versión final aprobada 15 de diciembre 2016

## **Resumen**

*Este artículo describe los procesos productivos de las empresas del sector de muebles en madera del corredor industrial de Boyacá, procesos en los que no se tiene plena conciencia de la información como base de la toma de decisiones. El trabajo identifica oportunidades de aplicación del modelo metodológico del diseño concurrente en la industria local, como estímulo a la competitividad duradera para las empresas que buscan permanecer. La aplicación de esta metodología implica valorar la información, el producto, el mercado, y la estructura organizacional. Esta última, facilita la conformación del equipo de trabajo con miembros de diversas áreas de una empresa, cuya toma de decisiones idónea y oportuna propicia la medición de la productividad, maximiza recursos y orienta a la innovación.*

## **Palabras clave**

*Proceso productivo, toma de decisiones, competitividad duradera.*

## **Abstract**

*This article describes the productive process of companies in the wooden furniture sector of the Industrial Corridor of Boyacá where information is not considered as a basis of decision making. This work identifies opportunities for applying the methodological model of the concurrent design in the local industry as a stimulus to sustainable competitiveness for companies that seek sustainability. Information, product, marketing and organizational structure are valued when applying this methodology. The organizational structure facilitates the building of a working team with members of different areas in a company. This leads to a suitable and appropriate decision making that encourages productivity measurement, maximizes resources and induces to innovation.*

## **Keywords**

*Productive process, decision making, sustainable competitiveness.*

## ***Oportunidades de aplicación del diseño concurrente, el caso del sector muebles en madera, del corredor industrial de Boyacá.\****

*Opportunities for applying concurrent design, the case the wooden furniture sector of the industrial corridor of Boyaca.*

**Cecilia de las Mercedes Ramírez León\*\***  
ceciliaramirezleon@gmail.com

Los procesos de desarrollo de producto son cada vez más ágiles y generan una mayor cantidad de productos nuevos, que propician mercados más especializados. Esta realidad genera una orientación hacia el desarrollo de productos ajustados a las necesidades del usuario y del momento del mercado, y por supuesto, productos ceñidos a las posibilidades tecnológicas y productivas de las empresas que los producen. Esta orientación es determinante en el nivel competitivo de las empresas, hasta el punto que deberán considerar no solo el producto en sí mismo, sino plantear estrategias innovadoras aprovechando al máximo sus recursos, de manera que apoyen el desarrollo de elementos innovadores dentro de dicho producto.

Actualmente, muchas empresas aplican diversas metodologías en el proceso de desarrollo de productos. Estas metodologías a su vez son tomadas principalmente de la ingeniería, cuya base la constituyen la información, el conocimiento específico de las disciplinas involucradas en el desarrollo de productos y la perspectiva interdisciplinaria soportada en el trabajo colaborativo. Uno de estos modelos es el aportado por la ingeniería concurrente, llamado “diseño concurrente” que ha suministrado a las empresas altamente tecnificadas, beneficios probados tales como el retorno, mucho más

---

\* Producto de la investigación “Oportunidades de aplicación del diseño concurrente, el caso del sector muebles en madera, del corredor industrial de Boyacá” del Grupo Interdisciplinario de Investigación Eureka + i de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Seccional Duitama.

\*\* Magister en Administración, Instituto Tecnológico de Monterrey, Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Especialista en Gestión estratégica de mercadeo, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Diseñadora Industrial, Universidad Nacional de Colombia, pertenece al Grupo Interdisciplinario de Investigación Eureka + i de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Seccional Duitama.

rápido, de la inversión, generado por la disminución del tiempo transcurrido entre el momento en que el producto es concebido hasta que está a disposición del consumidor.

El propósito de este trabajo es identificar oportunidades de ajuste para la aplicación del modelo metodológico del diseño concurrente en la industria boyacense, a partir del conocimiento de los procesos productivos de las empresas del sector de muebles en madera.

## Marco teórico

### Competitividad empresarial

La Comisión Europea (2002) define la competitividad como el funcionamiento general de la economía de una nación, medida en términos de su capacidad para proveer a sus ciudadanos cada vez mejores niveles de vida sobre unos fundamentos de sostenibilidad y de acceso al trabajo para quienes deseen. Señala además que los fundamentos microeconómicos e institucionales de la competitividad generan las condiciones bajo las cuales las empresas aprovechan la creatividad individual para la generación del valor. Desde esta perspectiva, la competitividad empresarial se constituye en un indicador de gestión de negocios. Es entendida como la capacidad de una organización para lograr y mantener metódicamente una ventaja que le permite alcanzar una determinada posición en su entorno socioeconómico. Al respecto, Porter (2007) señala que toda empresa que compite en una industria necesariamente tiene una estrategia competitiva de origen explícito o implícito. El origen explícito es un proceso de planeación anterior,

mientras que las actividades de sus departamentos funcionales pueden constituirse en el origen implícito.

La competitividad empresarial contempla dos horizontes: el horizonte interno, que hace referencia a la comparación de la eficiencia empresarial en el tiempo y de la eficiencia de sus estructuras internas (productivas y de servicios.) El horizonte externo que, según Michael Porter, hace referencia al valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores.

Las empresas establecen sus propios factores que determinan su nivel competitivo. Esto supone un equipo directivo dinámico, abierto al cambio organizativo y tecnológico; un equipo consciente de la necesidad de considerar a los miembros de la organización como un recurso de primer orden en la dedicación y atención al futuro, y en el monitoreo constante de su entorno.

Algunos estudios señalan que el departamento de Boyacá tiene la necesidad de mejorar la mayoría de los factores que determinan su competitividad; entre otros factores, la vinculación de profesionales de disciplinas especializadas en el desarrollo de productos industriales, como el mercadeo y el diseño industrial. (Gamboa y Reyes, 2004).

El estudio del Centro Regional de Gestión para la Productividad e Innovación de Boyacá -CREPIB- (2008) registra en sus recomendaciones, entre otras, lo siguiente:

“las industrias manufactureras del departamento requieren desarrollar su área de Diseño, investigación e

innovación, con el fin de estudiar el mercado, las necesidades del cliente y determinar sus nuevos productos asociados a las actividades industriales”.

El Departamento Administrativo de Planeación de la Gobernación de Boyacá (2010), en el marco de la conformación de la Región Económica de Planificación, reconoció que la falta de innovación y desarrollo tecnológico han dificultado el aprovechamiento eficiente de los recursos productivos del departamento, su vocación agrícola y su adecuada transformación con fines industriales; y plantea como estrategia apoyar la producción de alta calidad e involucrarse en el proceso de innovación, ciencia y tecnología.

Ramírez (2011b) identifica que en el corredor industrial de Boyacá las empresas aún no tienen la noción del valor estratégico de la disciplina del diseño industrial, en tanto que no la relacionan con la productividad, ni con la competitividad empresarial.

Según el Ministerio de Industria y Comercio (2012), Boyacá ocupa el puesto 9 entre 29 departamentos. Supera a las economías departamentales de Tolima y San Andrés, pero se ubica en un nivel inferior a las economías de Caldas y Quindío. Este mismo estudio señala que para el departamento de Boyacá, los principales desafíos son el fortalecimiento general de su infraestructura, el mejoramiento de su recurso humano, el fortalecimiento del desarrollo gerencial, así como la búsqueda de mecanismos y alternativas para diferenciar sus productos.

### **Diseño concurrente**

El término producto será entendido no solo como el bien o servicio resultado de un proceso productivo creado para atender y satisfacer las necesidades particulares de los consumidores, sino como un concepto más amplio: es un sistema-producto. Dicho de otra manera, es todo lo que el comprador recibe cuando realiza un acto de compra, es decir, el producto en sí mismo sea este un bien o un servicio, su envase, su garantía, y los servicios complementarios. (Kotler y Armstrong, 2007).

El desarrollo de producto es entendido como el proceso conjunto de generar y ofrecer un nuevo producto al mercado. Se constituye en una determinante de éxito empresarial que cada empresa asume según sus condiciones particulares y que contempla no solo el análisis de un mercado, sino la ingeniería de producto propiamente dicha.

A este respecto, Ramírez (2011a) plantea una metodología para el desarrollo de producto con enfoque de diseño concurrente, que comprende dos grandes etapas: la primera, denominada Desarrollo de la estrategia corporativa (Ramírez, 2014), que consta de dos momentos: el momento de análisis, en el que la documentación y la planeación son las tareas fundamentales, y, el momento de síntesis, en el que se aplica la información recopilada y se hace la concreción o síntesis del tipo de producto a desarrollar.

La segunda etapa de la metodología en mención, denominada Desarrollo de productos y servicios también consta de dos momentos: el primero es el momento de análisis, cuyas actividades son la planeación,

la conceptualización o prediseño del producto, y el diseño esquemático. El segundo es el momento de síntesis, que contempla actividades como el desarrollo fabril o producción, las pruebas respectivas, el lanzamiento del producto o presentación en el mercado y, finalmente, el mantenimiento del producto. Aunque algunas de estas actividades no dependen total o directamente del quehacer del diseño industrial, son actividades que deben ser desarrolladas o coordinadas desde el equipo de trabajo y su implementación debe hacerse a la par con el desarrollo mismo del proyecto. Hacer un *jingle* publicitario o un sistema de exhibición para el producto exige seguir las mismas etapas que el desarrollo del mismo producto. De esta manera, el producto y todos los elementos y acciones que se relacionan con él, configuran un sistema de productos que aunque pueden ser de diversa índole, hablan el mismo lenguaje.

El diseño concurrente, entonces, es entendido como una metodología que integra sistemáticamente y, en forma simultánea, el diseño y desarrollo de productos. La primera definición registrada en 1986 por el Instituto para Análisis de Sistemas de Defensa de los E.E.U.U. señala que la ingeniería concurrente como una aproximación al diseño concurrente, contempla los productos y procesos relacionados, incluyendo su fabricación y soporte. Esta aproximación pretende que quienes desarrollan el producto consideren todos los elementos del ciclo de vida del producto desde su concepción hasta su desaparición, incluyendo calidad, costo, tiempo y necesidades del usuario. A ese respecto, Riba (2002), define el ciclo de

vida de un producto como el conjunto de etapas que recorre dicho producto desde que es creado, hasta su fin de vida. En términos generales, registra las siguientes etapas:

- Decisión y definición, cuyas especificaciones son generadas por la solicitud de un cliente o por la detección de una nueva necesidad u oportunidad en el mercado, entre otros.
- Diseño y desarrollo, como responsables de que el producto, dentro de su ciclo de vida, tenga las funciones y prestaciones para las que ha sido concebido.
- Fabricación o realización del producto, con condiciones particulares de calidad, costo y tiempo. Entre otras, integra actividades como preparación de procesos productivos, montaje de piezas, control de calidad, documentación relacionada y embalaje.
- Distribución y comercialización, cuyas actividades asociadas son el transporte, la distribución, ventas y todas aquellas acciones de comunicación que se llevan a cabo para dar a conocer el producto.
- Utilización o desempeño de la función para el que ha sido diseñado el producto, así como las actividades de mantenimiento para efectos de prevención.
- Fin de vida, cuyas posibilidades son el desecho, la reutilización, el reciclaje de materiales, las recuperaciones de energía, entre otras.

Uno de los grandes aportes de esta metodología a los procesos de diseño y fabricación de un producto es el

hecho de considerar en simultánea las etapas de su ciclo de vida.

El diseño concurrente, como metodología, está basado en los conceptos de convergencia, y simultaneidad de la información que se maneja en todo el ciclo de vida de un producto, involucra dentro de una empresa a todas las personas que participan de alguna forma y, por lo tanto, son responsables en mayor o menor medida del diseño del producto. Supone entonces trabajo coordinado y simultáneo de los diversos departamentos de la empresa, como marketing, ingeniería del producto, ingeniería del proceso, producción, calidad, ventas, mantenimiento, costos, entre otros. Implica “que las unidades de desarrollo trabajen en forma paralela, con el objetivo de reducir el tiempo ocupado en un modelo convencional, secuencial o escalonado. Esta meta requiere la incorporación de dos conceptos básicos inherentes a la ingeniería concurrente: la integración y la sincronización, fundamentales para la conectividad requerida por el equipo.” (Hinrichsen, 1999, p. 8).

Los componentes centrales del diseño concurrente, de acuerdo con lo planteado por Prasad (1996), son el inicio multidisciplinario, la sinergia de capacidades y la participación global:

- Inicio multidisciplinario estructurado alrededor de equipos multifuncionales que aportan el conocimiento especializado necesario para el diseño y desarrollo del producto.
- Sinergia o combinación de las capacidades de un equipo para producir resultados mayores que

los del esfuerzo de cualquier miembro aislado del equipo. En este sentido, trabajo en equipo hace referencia a las relaciones interpersonales, la cooperación, la negociación y la toma de decisiones conjunta. A ese respecto, Prasad (1996) establece siete cualidades que deben estar presentes en un equipo de esta naturaleza y son: empoderamiento, adecuada selección de personal, organización, liderazgo, autolimitación, autonomía y memoria técnica o *know-how*.

- Participación global, que involucre todas las partes responsables por cada instancia del proceso, sin importar qué vínculos administrativos tengan. Para que la organización funcione como una unidad y para que el producto esté completo, cada participante tiene que saber qué esperan de él los demás.

La visión concurrente sustituye el típico entorno de trabajo en el desarrollo del producto basado en un diagrama secuencial de actuación de los distintos departamentos, por un diagrama simultáneo que refleja el trabajo del equipo conformado a partir del mismo momento en que se inicia el proceso. Surge como una metodología orientada a resolver en tiempo real y anticipadamente aspectos críticos en el desarrollo de un producto o servicio con el concurso de la totalidad del equipo, a diferencia del método secuencial en el que la estructura de los núcleos humanos encargados aisladamente de cada etapa de desarrollo, generaban detrimento al producto en términos de tiempos, calidad, costos y satisfacción del cliente.

Esta metodología de trabajo es

conocida también como ingeniería simultánea, equipos de diseño, desarrollo integrado de producto o ingeniería total. Entre otros beneficios, relaciona reducción en los tiempos de desarrollo, reducción en la cantidad de cambios durante el proceso, aumento de la velocidad de retorno de la inversión y aumento de la calidad en general.

## 144 Metodología

### Etapa de acercamiento al entorno

El universo de estudio está representado por el sector de empresas fabricantes de muebles en madera del corredor industrial de Boyacá. La muestra no probabilística, que para este estudio de enfoque cualitativo, no necesariamente es representativa (Hernández, 2003), asumió un procedimiento de selección informal, cuyo criterio fue la participación de un diseñador industrial en el proceso de desarrollo de producto en las mismas empresas. Previa revisión de los portafolios de productos de las empresas mencionadas, a su vez se eligieron como objeto directo de estudio los productos considerados más representativos o productos líderes en cada portafolio, por su volumen de demanda.

Posteriormente, la recopilación de la información se llevó a cabo mediante el procedimiento básico de la observación participante y sistemática. Ruiz e Ispizúa (1989), al respecto, señalan que observar no consiste simplemente en mirar, sino en buscar; agregan que la observación científica se lleva a cabo de una forma no solo deliberada y consciente, sino de un modo sistemático, ordenando las piezas, anotando los resultados

de la observación, describiendo, relacionando, sistematizando y, sobre todo, tratando de interpretar y de captar su significado y alcance.

A partir de episodios de observación se hizo el seguimiento respectivo a los procesos de desarrollo de producto, y se lograron datos naturales y espontáneos. Esta información se complementó con la información lograda mediante entrevista semi-estructurada aplicada a la fuente primaria conformada por diseñadores industriales vinculados a las unidades de análisis. Las notas de campo y el cotejo entre lo observado y lo escuchado, mediante el análisis de documentos, permitieron establecer la descripción de los procesos productivos de los productos líderes de las empresas caso de estudio.

### Etapa de análisis y definición de condiciones

Se revisó y analizó la bibliografía referida al tema. Posteriormente, con la interpretación de la información lograda, se comparó y analizó el conjunto de condiciones consideradas ideales para el desarrollo, producción y comercialización de productos, con las condiciones actuales de las empresas caso de estudio. Previa consideración de las particularidades tecnológicas, culturales, económicas, y sociales del contexto del presente proyecto, se identificaron las oportunidades de ajuste para la aplicación del modelo concurrente.

## Resultados

### El sector de muebles en madera del corredor industrial de Boyacá (CIB)



La industria del mueble en el departamento de Boyacá consume el 4% de la madera aserrada en el país. A su vez, consume el 21% del total del consumo de pino en el país; esta clase de madera es la base de fabricación del mueble rústico. (La Región Económica de Planificación Corredor Industrial de Boyacá al horizonte 2019. Análisis Prospectivo Estratégico Territorial. Departamento Administrativo de Planeación de Boyacá 2010). El sector de muebles en madera de Boyacá cuenta con una amplia cobertura del mercado tanto al interior de la región, como en el resto del país. Atiende mercados de ciudades como Cali, Pasto, Popayán y Yopal, y por supuesto, el mercado de Bogotá. Este último es considerado como el principal consumidor del producto en el país. Duitama y Sogamoso son las dos ciudades del departamento de Boyacá en las que se encuentra la mayor concentración de empresas del sector objeto de estudio.

Las Cámaras de comercio de estas dos ciudades (2015), registran en sus bases de datos un total de treinta y ocho empresas cuya actividad económica específica es la fabricación y comercialización de muebles en madera, y cuya distribución se registra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Distribución de empresas por sector**

Ciudad	No empresas
Sogamoso	15
Nobsa	8
Firavitoba	2
Tibasosa	1
Duitama	12
TOTAL	38

De estas treinta y ocho empresas, siete se dedican a la fabricación de muebles rústicos. Las demás empresas se dedican a la fabricación de mobiliario contemporáneo.

### Selección de la muestra

La muestra no probabilística estuvo constituida por seis empresas, equivalentes al 15% del universo, cuya distribución se registra en la Tabla 2.

145

**Tabla 2. Distribución de la muestra.**

Ciudad	No empresas
Sogamoso	2
Nobsa	2
Duitama	2
TOTAL	6

### Caracterización de las empresas que conforman la muestra

- Origen: todas las empresas han surgido y se han desarrollado a partir de iniciativas familiares.
- Tamaño: son pequeñas empresas, su número de trabajadores es superior a once e inferior a cincuenta.
- Antigüedad: la empresa más antigua se fundó en 1980, la más joven se fundó en 2008. Todas las empresas cuentan con prestigio y reconocimiento en la región.
- Portafolio: incluyen línea de muebles para alcoba, comedor y sala; línea de muebles infantiles, accesorios para baño y para el hogar. Los productos líderes o de mayor demanda en todos los casos, coincidentalmente, son referencias de cama pertenecientes a la línea de alcoba. El volumen

de producción estimado de estas referencias oscila entre cuarenta y cincuenta camas/mes.

- Mercado objetivo: los productos que fabrican y ofrecen tres de estas empresas, están dirigidos a familias de estratos 4 (medio), 5 (medio-alto) y 6 (alto) de las ciudades de Yopal, Sogamoso, Duitama y Tunja. Las tres empresas restantes están orientadas solamente a familias de estrato 3 y 4 de las mismas ciudades. Dos empresas tienen su propio punto de venta en las ciudades de Sogamoso y Yopal. Una de las empresas indagadas es proveedora de dos empresas del mismo sector.
- Escolaridad de los gerentes: cuatro de los seis empresarios cuentan con nivel técnico; tres empresarios tienen preparación en manejo de software de diseño asistido por computador para dibujo en dos y en tres dimensiones. Dos empresarios con estudios de posgrado. Adicionalmente, cuatro empresarios, cuentan con más de diez años de experiencia en este sector productivo.
- Estructura organizacional: en las seis empresas es similar, es decir, la gerencia general está representada en todos los casos por el propietario, quien toma las decisiones y solo en ocasiones considera las opiniones del personal. Igualmente, las seis empresas presentan características similares en lo referente a recursos tecnológicos, procesos productivos y comercialización.

Las seis empresas cuentan con área financiera, de mercadeo y de producción. Estas mismas dependen

directamente del gerente o propietario. El área financiera, básicamente coordina lo referente al presupuesto empresarial, así como lo pertinente a temas de inversión y financiamiento.

El área de mercadeo, apoya las ventas a través del ofrecimiento de productos que satisfagan las necesidades de los clientes. No obstante, de las seis, solo dos empresas hacen sondeo para conocer las tendencias actuales de consumo, y/o para conocer los productos de la competencia e identificar características que se pueden implementar en los productos propios.

El área de producción, tiene una dinámica que se registra a continuación.

### **Descripción de procesos productivos de las empresas del sector de muebles en madera del Corredor Industrial de Boyacá**

#### **El personal**

En las empresas estudiadas, todos los operarios han cursado el bachillerato completo. El 37% de estos operarios cuentan con preparación de nivel técnico en ebanistería. Todos tienen experiencia en el manejo de máquinas y desarrollo de procesos.

#### **La materia prima, insumos y materiales**

La variedad de especies comerciales de madera en el mercado colombiano constituye la materia prima para la fabricación de los productos objeto de estudio. Dentro de esta variedad se encuentran: pino, flor morado, cedro, guayacán, pardillo, amarillo, comino, sajo, roble, nogal, ébano, caoba, entre otros.

En las fases de premaquinado y maquinado, los insumos utilizados son: madera prensada o tableros industrializados, melamina, fórmica, MDF, aglomerado y algunos otros derivados de la madera; los insumos utilizados en la fase de ensamble son: pegantes, clavos y tornillos. Los insumos utilizados en la fase de acabado son: barnices, lacas, fondos de poliuretano, brea, herrajes, telas, grapas, y otros accesorios que forman parte del producto. Como materiales no incorporados en el producto mismo, pero necesarios para la fabricación, se incluyen los elementos de limpieza como esponjas, lijas, disolventes, combustible, aceite.

### La infraestructura

Las empresas indagadas presentan condiciones similares de infraestructura con áreas construidas que oscilan entre los doscientos ochenta y los novecientos sesenta metros cuadrados, con oficinas, zona de almacenamiento de producto y espacio de taller con bancos de trabajo y maquinaria. De acuerdo con el área construida, se pueden establecer tres categorías:

Las empresas con áreas construidas cercanas a los doscientos ochenta metros cuadrados poseen maquinaria base que cuenta con compresor, sierra radial, cepillo, sierra circular, escuadradora, taladro de árbol, sinfín, lijadora horizontal, lijadora vertical, lijadora de banda, planeadora, torno, prensa, máquinas fabricada por el propietario para realizar ensambles, herramientas como formones, destornilladores, sacabocados, martillos, pinzas, seguetas, brocas entre otras.

Las empresas con un área construida cercana a los quinientos metros cuadrados, cuentan con maquinaria base similar a la de la categoría anterior, más la maquinaria tal como barrenos múltiples, prensas neumáticas, sinfín recta u horizontal, trompos y, pulidora cuatro caras.

Las empresas con un área construida cercana a los novecientos sesenta metros cuadrados, cuentan con la maquinaria registrada en los listados de las categorías anteriores, más equipos tales como secadora, cubos de ensamble, sierra múltiple, taladro múltiple, extractor de calibradora.

### Las operaciones

*De premaquinado:* selección de la madera, cortes de predimensionamiento, cepillado, separación de residuos de corteza de la madera, planeado, acanalado, ensamble, cortes con las dimensiones requeridas, cepillado, revisión de medidas. Por lo general, un operario realiza la selección de los bancos de madera y revisa su grado de humedad, y la dispone para el predimensionado y el cepillado. Un segundo operario mediante el cepillado, retira la corteza que ha quedado en la madera.

*De maquinado:* barrenado, tarugado, resane, lijado preliminar, calibre de piezas, bocelado, armado cabecero y picero, acondicionamiento. En este proceso intervienen tres operarios en promedio; eventualmente se acude a operarios adicionales para hacer consultas o para solicitar apoyo para realizar ensambles y ajustes.

*De acondicionamiento:* corte, cepillado manual, lijado, resanado.

Cuando se provee a otra empresa, el producto no continúa al proceso de acabado. Es entregado en blanco y el costo del transporte es asumido por la empresa cliente.

148

*De acabado:* resanado, lijado manual, lijado a máquina, lijado manual. Este proceso es uno de los que más tiempo toma puesto que se considera fundamental, puede tardar hasta dos días.

*De pintura:* aplicación de brea, aplicación de sellador, lijado, aplicación de sellador, lijado, aplicación de laca, secado.

*De almacén:* taladrar laterales, armado final, instalación de herrajes, empacado, transporte.

El propósito del armado final es confirmar resultados.

No todos los procesos implicados en el desarrollo de productos son asumidos por las empresas. En dos de los casos, servicios como tapizado y pintura, o servicios de transporte de insumos hacia la fábrica o de los productos terminados al punto de venta, son solicitados a empresas informales. De las empresas indagadas, cuatro no cuentan con canales de distribución.

## Las restricciones

La teoría de las restricciones (Goldratt y Cox, 2005), metodología desarrollada por el físico israelí Eliyahu Goldratt, con base en la lógica de causa y efecto, permite entender problemas que afectan la producción, y ha suministrado una perspectiva a partir de la cual en las empresas objeto de estudio se han identificado limitaciones como las que se registran a continuación:

## De mercado

Las empresas deben enfrentar la sustitución de muebles de madera por muebles fabricados con materiales alternativos como plástico, metal o vidrio, entre otros. Particularmente, el mueble rústico aparentemente atraviesa una etapa de declive, por razones de adaptabilidad a los espacios arquitectónicos actuales. Los clientes demandan entregas a corto plazo, oportunas y con calidad.

## De personal

Dos de las empresas indagadas no cuentan con el número de operarios requerido en relación con los volúmenes de producción que manejan. Estos operarios son encargados del desarrollo de varios productos simultáneamente o del desarrollo de algunas etapas de los mismos. Esta circunstancia necesariamente genera retrasos, puesto que el desarrollo de un producto o de una fase del mismo impide a su vez el desarrollo de otro producto o una fase de ese otro. El personal normalmente opera maquinaria específica, un eventual cambio implica desajustes en tiempo y en costos asociados a lo mismo.

Se advierte desorganización o falta de preparación en el desempeño del operario encargado de un producto, lo que genera interrupciones en los procesos y, por lo tanto, afecta el cumplimiento de tiempos.

En una de las empresas indagadas, con cierta frecuencia se presentan retrasos en las entregas, generados por los cuellos de botella en los procesos de calado y talla. Esta circunstancia obedece a que solamente una persona

cuenta con la experticia requerida para desarrollar este trabajo.

En cinco de las empresas indagadas no se lleva a cabo una evaluación psicológica con fines laborales que suministre información sobre fortalezas, habilidades y recursos personales, y que confirme las relaciones de los perfiles con los puestos de trabajo. Se presentan comportamientos desfavorables que dificultan la convivencia y el desarrollo de las actividades generales.

### **De materia prima**

Dos de las empresas indagadas hacen presupuesto e inventario de materia prima antes de iniciar el desarrollo de los productos. Las empresas restantes adquieren la materia prima, los insumos y los materiales en la medida que se van necesitando. En estas mismas no se cuenta con un listado de insumos y materiales ni con especificaciones de su consumo en cada una de las operaciones.

En tres de las empresas indagadas, en ocasiones, los procesos se interrumpen por la falta de disponibilidad de materia prima e insumos, tanto en cantidad como en calidad. Esta circunstancia es generada por diversas causas tanto internas como externas a la empresa. Las causas internas, entre otras, son de índole financiero o de planeación. Cuando se cuenta con la materia prima necesaria puede suceder que su condición no sea adecuada para su utilización en el proceso. Dentro de las causas externas está, entre otras, la falta de proveedores que ofrezcan madera estandarizada, predimensionada y seca.

### **De infraestructura**

En tres de las empresas indagadas, la distribución de planta no permite una circulación fluida de materiales y de operarios. Así mismo, obliga al personal al trasladarse continuamente de un puesto de trabajo a otro con el material en proceso. La restricción en la capacidad instalada genera esperas para el uso de algunas máquinas y o herramientas, lo que obliga a los operarios a cambiar de tarea constantemente mientras queda disponible la herramienta que requieren.

La falta de planes de mantenimiento a los equipos genera retrasos imprevistos en la producción, incrementa los defectos del producto, por lo tanto los costos, lo que va en detrimento de la calidad.

### **De planeación**

Cinco de las empresas indagadas no cuentan con una cultura de investigación y desarrollo de productos propios, fabrican duplicados de productos que ya se encuentran en el mercado. Estas empresas no tienen conocimiento acerca de los cambios del mercado, lo que impide hacer una planeación de la producción, hecho que a su vez se refleja en la poca planeación en la adquisición de la materia prima, el aprovechamiento de la capacidad instalada, el aprovechamiento de los recursos humanos y de la programación de tiempos. El desconocimiento de los cambios del mercado no permite controlar en el tiempo los volúmenes de producción y los plazos de entrega de los productos. Dos de las empresas indagadas establecen fecha de inicio del proyecto y una tentativa fecha

de entrega de los productos, no obstante, la planeación no considera la complejidad del producto (Aguayo y Soltero, 2005), tampoco se definen las características del producto de manera que pueda ser producidos industrialmente.

## De decisión y definición

**150** El desarrollo de producto algunas veces inicia con la solicitud expresa del cliente; en otras ocasiones, inicia con plagios de referencias identificadas en eventos feriales o en revistas, en la red o en portafolios de la competencia. En dos de las empresas indagadas se hace análisis de tendencias.

En todas las empresas, el propietario decide el tipo de producto a desarrollar. Posteriormente, se establecen los requerimientos o requisitos de la forma y funcionalidad de dicho producto. Los requerimientos técnico-productivos son planteados por el propietario, en función de los procesos productivos de la empresa y de la factibilidad de adecuación o exploración de formas de desarrollo del producto. En tres de las empresas indagadas se establece la propuesta formal del producto y se realiza el llamado boletín o carta de producción. En las empresas restantes esta etapa contempla la elaboración de planos y de la imagen en perspectiva o render.

En cuatro de las empresas indagadas, se delega como encargado del proyecto al operario con mayor preparación y experiencia; en las empresas restantes, en consideración al tamaño y al tipo de proyecto se divide y se asignan varios responsables. Si el producto es nuevo y se producirá solamente una unidad o un lote pequeño, se encarga a un operario

que puede decidir si trabaja solo o en equipo.

En dos de las empresas indagadas se elabora un prototipo que cobra especial importancia cuando se está implementando un nuevo material o un nuevo proceso de ensamble, de pintura, o grabado, entre otros. Este prototipo, elaborado a escala 1:2, tiene como propósito las validaciones técnico-constructiva, funcional y ergonómica, entre otras, orientadas a definir los procesos productivos.

En las empresas restantes se obvia la etapa de prototipado y se inicia directamente la fabricación del producto.

## De operaciones

En tres empresas no se tienen organizados moldes y plantillas, lo que causa retrasos en los procesos. En ninguna empresa existe un mapeo de procesos, esta restricción se refleja de manera crítica en las operaciones de acabado, pintura y armado final.

En las operaciones de acabado, la restricción se genera por la falta de un sistema de medición de proporciones en la aplicación de los insumos. Esto, a su vez, genera imperfecciones en las superficies de las piezas, desajustes en los presupuestos e igualmente en los tiempos del proceso.

En las operaciones de pintura, la restricción deriva en devoluciones de las piezas debido a las imperfecciones generadas en la etapa de acabado. En ocasiones este reproceso se puede repetir más de tres veces para una sola pieza.

En las operaciones de armado final

la restricción implica más tiempo que las anteriores, particularmente por la condición de precisión que requiere el ensamble. La falta de medición de proporciones en la aplicación del pegante genera alteración en las dimensiones de las piezas y por lo tanto, procesos adicionales como el lijado.

### **Indicadores del proceso**

No existen mecanismos de control en los procesos de acabado, especialmente referidos a tiempos de duración del proceso. Eventualmente, las dimensiones definitivas de los productos son menores a las solicitadas por los clientes, debido a que los operarios no siempre consideran ciertas tolerancias en el proceso de corte de las piezas. Esto genera desperdicio de material, de tiempos y, por supuesto, inconformidad por parte del cliente.

### **Control de calidad**

No existe un sistema de control de calidad en ninguna de las operaciones.

### **Oportunidades de ajuste para la aplicación del modelo metodológico del diseño concurrente en la industria local**

Autores como Wu (1998) y Vázquez y Valle (2008) señalan que el diseño concurrente no se puede implementar indistintamente en cualquier tipo de empresa. Sostienen que es necesario considerar y evaluar algunos factores tanto endógenos como exógenos de la empresa y, a partir de esta valoración, determinar o no dicha implementación. Igualmente, estos autores hacen referencia a la utilidad que representa para las empresas contemplar diversas

técnicas del diseño concurrente, como la formulación de un equipo multidisciplinar, el uso de manuales de diseño, el uso de listas de verificación y procedimientos estructurados, el desarrollo de programas informáticos para el control de la fabricación y mejora del diseño para prever y resolver las limitaciones de algunos aspectos propios del ciclo de vida del producto. Sin embargo, advierten que estas técnicas no pueden ser igualmente utilizadas en todas las empresas. (Jaramillo y Gutiérrez, 2000).

Factores como el tamaño de los proyectos y la complejidad de los procesos determinan la mejor combinación de estas técnicas para que las empresas logren los objetivos trazados y los beneficios esperados. (Hartley, 1998).

El beneficio puede ser medido por la capacidad para detectar o evitar un defecto de diseño. La relación costo-beneficio tendrá que considerar la reducción en el tiempo de desarrollo del producto, un mayor control de costos de diseño y fabricación, mayor claridad en la comunicación entre los miembros participantes del proyecto, reducción de los defectos en los productos y reducción de la fallas en el diseño que afectan la industrialización y la experiencia del cliente, así mismo, la velocidad con que los productos lleguen al mercado con un menor costo.

La implementación de diseño concurrente, entonces, está determinada por factores como información, producto, mercado, y estructura organizacional (Gómez, 2010).

Si el objetivo de la empresa local

es atender o buscar especialmente mecanismos que permitan reducir los costos, es necesario atender puntualmente las restricciones identificadas, lo cual se constituye en una oportunidad de ajuste para la aplicación del modelo metodológico del diseño concurrente en la industria local.

**152** Por lo anterior, se hace necesario entonces particularizar los siguientes ajustes:

- Estructurar el plan estratégico de la empresa o su estrategia corporativa con base en el conocimiento minucioso de la empresa en sí misma, de su competencia y del mercado en el que está ubicada.
- Dar a conocer la estrategia corporativa a todos los niveles de la empresa, definiendo unos objetivos estratégicos específicos que deberán concretarse en acciones por parte de cada área que la conforma. Esta base determinará inversiones a mediano y largo plazo referentes a empleados, procesos y tecnología.
- Desarrollar programas de formación, difusión y conocimientos de la metodología del Diseño Concurrente.
- Aproximar a las diversas áreas de la empresa e identificar capacidades y experticias, con el fin de conformar el equipo de trabajo.
- Comprender y dimensionar el proceso de desarrollo de producto.
- Comprender y dimensionar el rol y la responsabilidad de cada uno de los miembros del equipo de trabajo en el proceso de desarrollo de producto
- Identificar y valorar las variables internas y externas a la empresa, determinantes en el proceso de desarrollo de producto.
- Evaluar las restricciones identificadas, desde la perspectiva de la capacidad de la empresa. Involucrar en la evaluación y toma de decisiones a los diversos miembros, responsables de cada instancia del proceso de desarrollo de producto, sin importar sus vínculos o rangos administrativos.
- Desarrollar bases de datos del producto, que integren toda la información de diseño, pruebas, fabricación, calidad, entre otros, y con ello propiciar una comunicación fluida y un intercambio constante de información entre las diversas operaciones e instancias del proceso de desarrollo de producto a fin de anticipar eventualidades.
- Organizar y priorizar los procesos, planear las adquisiciones de la materia prima en sincronía con el mercado y con los proveedores, de acuerdo con el tipo de mueble y al volumen del mismo que se pretende desarrollar. Determinar la capacidad de cada proceso en volumen de producción por unidad de tiempo.
- Establecer indicadores de gestión.
- Atender uno de los planteamientos anteriores a la vez.

## Conclusiones

- Las empresas objeto de estudio,



como organizaciones, en la medida en que son conscientes de su capacidad y de su alcance, trazan el horizonte al que pretenden dirigirse. Esta perspectiva sugiere reconocer fortalezas, pero también debilidades, lo cual favorece la conformación del equipo que interviene en el proceso de desarrollo de producto, con base en el sentido del complemento.

- La conformación de equipos de trabajo con miembros de las diversas áreas de una empresa, para efectos de desarrollo de producto, propicia una toma de decisiones idónea y pertinente si se comprende el rol y la responsabilidad de cada uno de sus miembros en el proceso.
- La competitividad duradera se deriva, entre otros factores, de la innovación. La cantidad y calidad de información y la velocidad con que se procese y analice la misma son determinantes de la capacidad de innovación en una empresa, pero la verdadera capacidad empresarial no está representada en la cantidad de información con que se cuente, sino en la capacidad para utilizarla. En ese sentido, la conformación de equipos de trabajo con miembros de las diversas áreas de la empresa, permite potenciar la utilización de la información en la toma de decisiones, orientada al trabajo coordinado y simultáneo.
- Cada una de las empresas objeto de estudio, como ente ubicado en un entorno particular, necesita conocerlo para tomar cualquier decisión. Conocer el mercado es una actividad básica para el desarrollo de producto, esta información se constituye en insumo para el equipo de trabajo, en tanto que facilita la orientación del producto al mercado mismo; igualmente, aproxima a mercados potenciales y, con esto, a elementos para el desarrollo de nuevos productos.
- Por otro lado, si bien es cierto que, todo producto reconoce antecedentes y toda nueva propuesta implica la revisión de experiencias anteriores, también es cierto que la copia es una práctica común en las empresas objeto de estudio, hecho que puede conducir no solo a alguna desorientación en el proceso de desarrollo de producto, sino que afecta directamente la competitividad duradera.
- La creación de productos diferenciados y competentes se suele relacionar con los avances tecnológicos. No obstante, si se consideran la utilidad de la información y del conocimiento, la competitividad duradera en las empresas objeto de estudio puede ser directamente proporcional a la aplicación del conocimiento dentro de la empresa, a partir de la convergencia de puntos de vista de las diversas experticias de cada uno de los miembros del equipo de trabajo. En ese sentido, reconocer el propio proceso productivo e identificar y valorar restricciones que afectan la producción misma, se constituye en suministro importante en la toma de decisiones y favorece la posterior intervención de la metodología del diseño concurrente.
- En cuanto al seguimiento y la medición en los procesos

productivos, son evidencia de un ejercicio de planeación anterior, cuyos recursos ayudan a comunicar a los miembros del equipo de trabajo lo que se quiere lograr y cómo lograrlo. En las empresas del sector estudiado generalmente no se hace seguimiento ni medición de productividad; esto deriva en algunos casos en ciclos repetitivos, que implican a su vez sobrecostos, lo que afecta estructuralmente la competitividad duradera y la sostenibilidad empresarial.

- El nivel de la escolaridad tanto de la dirección como de los trabajadores de las empresas objeto de estudio, así como la capacidad de inversión de las mismas empresas, resultan ser factores determinantes para la aplicación del diseño concurrente. Más aún, conocimientos de la metodología del diseño concurrente permiten dimensionar sus beneficios, por lo cual se hace necesaria una preparación cuidadosa a ese respecto en cada una de las empresas mencionadas.
- El diseño concurrente representa una alternativa, para las empresas que buscan permanecer, mediante el desarrollo de nuevos productos y nuevos mercados, puesto que estimula la competitividad duradera y la sostenibilidad empresarial en la medida en que involucra otras personas-disciplinas en el proceso de desarrollo del producto y con ello propicia la orientación a la innovación, debido a que aportan diferentes criterios y la posibilidad de tomar decisiones ágiles, oportunas y acertadas, además

de reducir tiempos y maximizar recursos. El diseño concurrente puede contribuir a que la empresa aproveche el conocimiento propio del área de especialidad, ya que propicia el desarrollo de nuevos productos a partir de desarrollos previos, y con esto, mayor asertividad en el diseño a partir de experiencias pasadas.

- La implementación del diseño concurrente, implica valorar el estado actual de los procesos dentro de la empresa, la cultura organizativa y el soporte tecnológico para el desarrollo de productos que repercutirán en el cambio de las prácticas actuales. También involucra valores de equipo, como la cooperación, la confianza y el intercambio, de tal manera que la toma de decisiones sea por consenso, con la participación de todas las perspectivas en paralelo, desde el comienzo del ciclo de vida del producto.
- El desarrollo de un estudio de esta naturaleza suministra elementos conducentes a la identificación de variables que pueden propiciar la posterior adaptación y aplicación del modelo concurrente, determinante en la competitividad duradera de un sector productivo. Este estudio, visto como modelo susceptible de ser replicado, proporciona horizontes e ilustra escenarios de desempeño en tanto que permite abordar otros sectores productivos del departamento, con el propósito de contribuir en el fortalecimiento de la competitividad regional duradera.

## Referencias

Aguayo, F. y Soltero, V. (2005). *Metodología del diseño industrial. Un enfoque desde la ingeniería concurrente*. Bogotá: AlfaomegaCámara de Comercio de Duitama (2015). Bases de datos, sector de muebles en madera. Duitama, Boyacá

Cámara de Comercio de Sogamoso (2015). Bases de datos, Sector de muebles en madera. Sogamoso, Boyacá

Centro Regional de Gestión para la Productividad e Innovación de Boyacá -CREPIB. (2008). *Análisis de los determinantes de productividad y competitividad de las pymes del sector manufacturero de Boyacá*, Boyacá.

155

Departamento Administrativo de Planeación de Boyacá, (2010). La región económica de planificación, Corredor Industrial de Boyacá a horizonte 2019 *Análisis Prospectivo Estratégico Territorial*. Boyacá

European Commission (2002). *European Competitiveness Report 2002. Enterprise Directorate-General*, Brussels, SEC 528. Bruselas

Goldratt, E. y Cox, J. (2005). *La Meta, un proceso de mejora continua* (3ª ed.) Madrid:, Editorial Díaz de Santos

Gómez, A. (2010). *Elaboración de un modelo de ingeniería concurrente para el diseño de productos en condiciones de incertidumbre. Un caso aplicado a pequeñas y medianas industrias del sector de la confección en el Valle de Aburrá*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Área curricular en Sistemas y Administración Medellín, Antioquia.

Hartley, J. (1998). *Concurrent Engineering. Shortening lead times, raising quality and lowering costs*. Portland – Oregon: Productivity Press.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: Ed. Mc Graw Hill

Hinrichsen, C. (1999). *Velocidad en el Desarrollo de los productos. Un aporte para la competitividad*. Chile: Editorial Express SA

Jaramillo, M. y Gutiérrez, R. (2000). *Implantación de la filosofía de Ingeniería Concurrente para el desarrollo de nuevos productos en una industria de productos plásticos*. Medellín: Universidad EAFIT

Kotler, P. y Armstrong, G. (2007). *Marketing* (11a ed.) México: Pearson Prentice Hall.

Ministerio de Industria y Comercio, (2015). *Estudio de competitividad de los departamentos en Colombia*. Bogotá

Porter, M. (2007). *Estrategia Competitiva*, Técnicas para el análisis de los sectores industriales. México: Mc Graw Hill.

Prasad, B. (1996). *Concurrent engineering fundamentals*, vol 1: Integrated products and process organization. Prentice Hall, NJ.

Ramírez, C. (2011a). Propuesta metodológica para el desarrollo de productos. *Revista Científica Pensamiento y Gestión*, 30, 21-45.

Ramírez, C. (2011b). Estudio de la aplicación del diseño industrial en el sector productivo del corredor industrial de Boyacá. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 2 (1) 44-51.

156 Ramírez, C. (2014). La importancia de la estrategia corporativa en el desarrollo de productos. *Revista Científica Pensamiento y Gestión*, 35, 183-205

Riba, C. (2002). *Diseño Concurrente*. Barcelona Ediciones UPC.

Ruiz, J. e Ispizúa, M. (1989). *La entrevista en profundidad. En La descodificación de la vida cotidiana*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Vázquez, D., y Valle, S. (2008). Rendimiento de la ingeniería concurrente bajo condiciones de incertidumbre variables. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, 36, 15-44

Wu, M. (1998). Justification of concurrent engineering environments based on fuzzy mathematics. *International Journal of Production Research*. 36 (7).