

# APS: UNA HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LA OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

Santiago Aguirre Mayorga\*

**Resumen.** En este artículo se describen los sistemas avanzados de planeación y programación (APS). Se presenta su evolución desde el MRP, pasando por la Teoría de las Restricciones. Se presentan sus principales características y se analizan casos de implantación para determinar los principales factores a tener en cuenta para obtener los beneficios esperados de ésta. Finalmente se analizan las tendencias a nivel mundial y nacional con respecto a estos sistemas.

**Abstract.** *This paper describes the Advanced Planning and Scheduling Systems (APS), their evolution from MRP, and their main features and functions; the Theory of Constraints is also reviewed. Implementation cases are analyzed in order to determine the main factors that must be considered so as to benefit from the application of an APS. Finally, trends in the use of APS both in Colombia and worldwide are analyzed.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los propulsores del desarrollo de las tecnologías de información, han sido los sistemas y metodologías para la gestión de la producción e inventarios. Estos modelos se soportan en la tecnología informática para el manejo de la gran cantidad de variables e información, cuya oportunidad es vital para obtener los resultados esperados.

Los mismos se pueden resumir en el mejoramiento de la productividad y, por ende, de la competitividad, que es lo que buscan las empresas cuando implantan este tipo de tecnologías [Rueda, 1997]. Es así como la tecnología informática y la globalización han sido los propulsores más importantes de un cambio estratégico en los últimos tiempos, como lo revela el estudio realizado en 900 empresas manufactureras alrededor del mundo por Deloitte & Touche, en el que se evidencia que

---

\* *Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. Magister en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes. Profesor Asistente y Jefe de la Sección Producción, Departamento de Procesos Productivos, Pontificia Universidad Javeriana.*

la producción basada en economías de escala ha sido reemplazada por estrategias como la innovación a través del desarrollo de nuevos productos [Globalization, 1998].

Se ha pasado, pues, de la producción en masa a la *parametrización* de los productos, donde los clientes exigen una mayor rapidez en el desarrollo, manufactura y entrega de productos, así como un mejor servicio postventa [Globalization, 1998]. Para responder a estas exigencias, las empresas necesitan de una adecuada planeación y ejecución de toda la cadena de abastecimiento, soportada en las mejores prácticas y en la tecnología adecuada. En este artículo se explora el origen y desarrollo de estas tecnologías, desde el **MRP (Material Requirements Planning)** hasta lo que hoy se conoce como **APS (Advanced Planning and Scheduling)**. De este último, se analizan sus características, implantación y futuro.

## 2. ORIGEN DEL MRP Y DESARROLLOS POSTERIORES

A mediados de los años setenta las empresas manufactureras no contaban con los recursos informáticos adecuados para el manejo de la gran cantidad de información que implicaba la planeación de la producción o compra de los componentes con base en la demanda de un producto terminado. Por ello se crea un algoritmo que basado en un soporte informático permitía responder a las preguntas de qué, cuánto y cuándo se debe producir y comprar. Es así como surge el **MRP** inicial como un modelo para la planeación de la producción y gestión de inventarios.

Para la década de los ochentas, los paquetes de MRP incluyeron módulos para la generación de pronósticos, la planeación maestra de producción, la planificación de la capacidad y el control de planta. De esta forma se cerraba la brecha entre la planeación de la producción (y capacidad) con la ejecución y control de la producción, por lo que se denominó a este modelo **MRP de ciclo cerrado** [Adam, 1994].

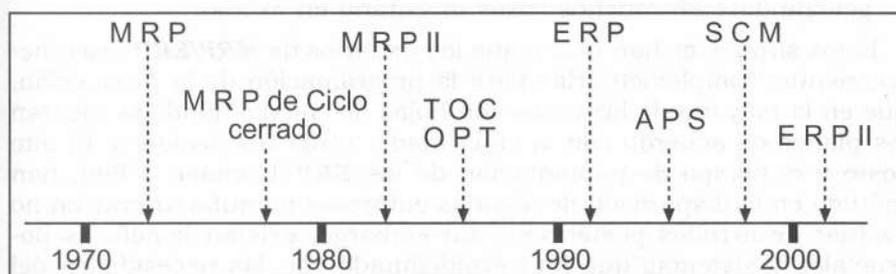
Estos sistemas significaron un gran avance en la gestión de producción; sin embargo, no se lograba una completa integración con otras áreas de la empresa, ya que los pronósticos se construyen a partir de unas ventas históricas, que vienen de la gestión comercial, proceso que no se encontraba integrado al *MRP de ciclo cerrado*. De igual forma, era necesario establecer los costos de la producción y planear los recursos financieros necesarios para su ejecución. Esta integración se logró con el **MRPII (Manufacturing Resource Planning)**.

A principios de los años noventas se incrementó el alcance del **MRPII** y se llegó a tener un sistema que integraba todos los procesos de la empresa, al que se le denominó **ERP (Enterprise Resource Planning)**. Estas soluciones han sido establecidas por empresas manufactureras y de servicios a nivel mundial, logrando integrar la planeación y ejecución de la producción con los procesos financieros, de abastecimiento, ventas y distribución de recursos humanos.

A pesar de la gran acogida de los *ERP*, estos sistemas no están exentos de debilidades en las denominadas *mejores prácticas* y procesos en los que se basa. Parte de estas debilidades están asociadas al corazón del *ERP*, que no es más que un *sistema MRP convencional* [Bartholomew, 1997], que en opinión de algunos autores y de muchas empresas que lo han implantado, tiene debilidades en la programación de la producción y no ha podido mantenerse acorde con las nuevas exigencias de la manufactura [Bartholomew, 1997], [Umble y Srikanth, 1997], [Franks y Keith, 1995].

Para superar la debilidades del *MRP*, se desarrollaron los *MES* (*Manufacturing Execution Systems*), los *FCS* (*Finite Capacity Scheduling*) y sistemas como el *OPT* (*Optimized Production Technology*) de la *Teoría de Restricciones (TOC)*. Estos nuevos sistemas se añadieron a los *ERP* iniciales y también se consolidaron en sistemas especializados para la programación de producción y optimización de la cadena de suministro y que recibieron a mediados de los noventas la denominación de *APS*. Estos sistemas, enmarcados en teorías como *TOC* y *modelos de optimización*, han logrado superar algunas de las debilidades del *MRP* y demás antecesores. La Figura 1 muestra la evolución histórica de los diferentes modelos aquí reseñados hasta llegar a los *APS* así como los modelos que probablemente le sucederán.

Figura 1. Evolución histórica de los APS



### 3. LAS DEBILIDADES DE LOS MRP / ERP EN LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Uno de los problemas más frecuentes en la implantación de *MRP/ MRPII*, son los supuestos en los que se basa, como lo revela la investigación realizada por la Universidad de Minnesota en 1980, en la que se indagó a 1,700 empresas miembros de *APICS* (*American Production and Inventory Control Society*), sobre los problemas más frecuentes en la implantación de *MRPII* [Machuca et al., 1995]. Más del 20% de los encuestados señalaron que los problemas más determinantes estuvieron relacionados con el personal y apoyo de la alta gerencia, seguido por un 15% de los encuestados que señalan que los supuestos o lógicas del modelo no se adecuaron a la realidad. Dichos supuestos son:

- **Consideración de capacidad infinita:** para que una operación se pueda realizar es necesario que estén disponible los materiales, la mano de obra y la maquinaria. **MRP** asume que éstos siempre van a estar disponibles; sin embargo, esto no siempre ocurre, por lo que muchos trabajos se terminan tarde y no se cumple con la fecha de entrega con base en la cual se realizó la programación.
- **Programación hacia atrás:** con base en la fecha de entrega de las órdenes y el tiempo de obtención de producción o de compra, **MRP** programa la fecha de iniciación de las actividades de manera retrospectiva; es decir, retrocediendo en el tiempo a partir de la fecha de entrega de los pedidos. Esto trae como consecuencia que se podría programar la producción o la compra para fechas ya pasadas.
- **Tiempos de entrega constantes:** el tiempo de entrega de producción está compuesto por los tiempos de preparación, espera, operación, cola y transporte. Estos tiempos no son constantes; sin embargo, la mayor parte de paquetes **MRP/ERP** no poseen un algoritmo que calcule los tiempos de entrega de producción con base en el tamaño del lote. En la realidad surge otro problema y es que además del tamaño del lote, los tiempos de entrega varían de acuerdo con los productos que estén programados y con lo congestionada que esté la planta, esto es, en la terminología de la **TOC**, por los eventos dependientes y las fluctuaciones estadísticas [Goldratt, 1996]. Esto obliga a los usuarios de **MRP/ERP** a dar una amplia holgura a estos tiempos, generándose en muchos casos inventario en exceso.

Estos supuestos han hecho que los usuarios de **MRP/ERP**, usen herramientas complementarias para la programación de la producción, que en la mayoría de los casos son hojas de cálculo donde se ajustan los planes de acuerdo con la capacidad y otras restricciones. El alto costo y el tiempo de implantación de los **ERP** [Gumaer, 1996], han influido en la disposición de algunas empresas manufactureras en no evaluar desarrollos posteriores; sin embargo, existen beneficios potenciales y sistemas que han evolucionado con las necesidades del mercado.

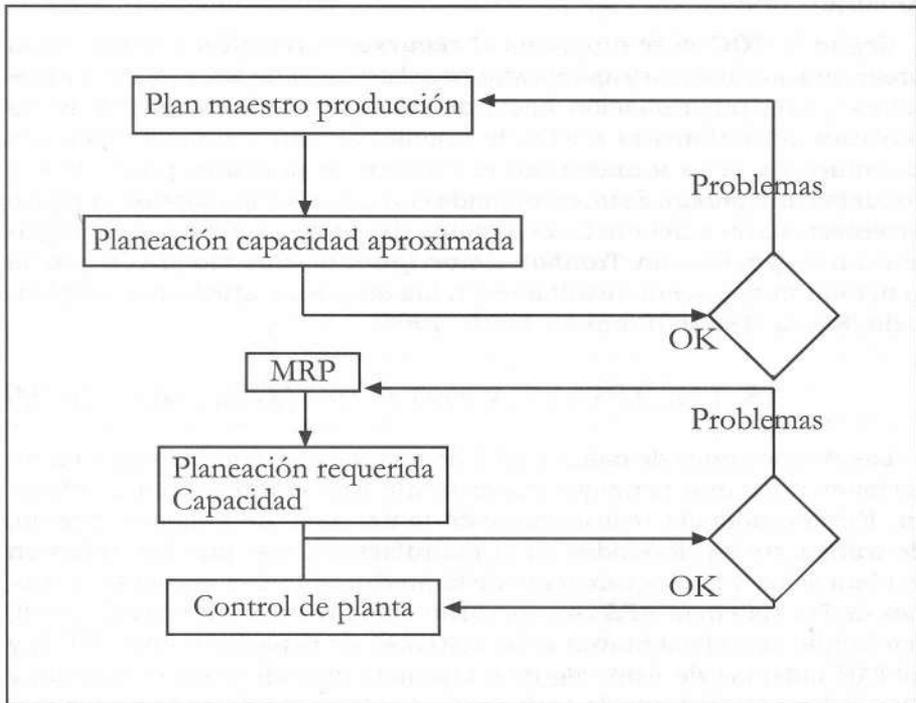
#### 4. LOS SISTEMAS CON CAPACIDAD FINITA (FCS) Y LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)

Los sistemas **MRP/ERP**, generan los planes maestros de producción para los productos terminados y con ellos se puede validar si existe capacidad en los centros de trabajo críticos para cumplir con el plan. Una vez se realiza el **MRP**, se obtienen las necesidades de producción y compra de los componentes, basados en capacidad infinita, con lo que se realiza la planeación de requerimientos de capacidad para validar si existe capacidad a un nivel más detallado (Figura 2).

Esta validación de capacidad es posterior a la generación de los planes y es, básicamente, una actividad manual, en la que el programador tiene que ajustar las órdenes hasta obtener un porcentaje de utiliza-

ción por debajo del 100% o del porcentaje establecido para cada centro de trabajo. Los sistemas **MRP/ERP** no dan alternativas con respecto al balanceo de capacidad, ni sugerencias para la optimización de la programación, por lo que el proceso consume gran cantidad de tiempo.

Figura 2. Planeación con capacidad infinita del MRP/ERP



Para dar un mayor soporte al análisis de capacidad, se desarrollaron sistemas con capacidad finita (**FCS**), que tomaban las órdenes generadas por **MRP** y automáticamente las reprogramaban para ajustarlas a la capacidad. Esto se combinó con sistemas de ejecución de manufactura (**MES**), donde se puede manejar detalladamente la programación de la producción y los cambios en tiempo real que se producen en ésta [Gumaer, 1996].

Los sistemas **FCS** cargan los recursos de acuerdo con la ruta y los tiempos que consumen en cada centro de trabajo y modifican las fechas y horas de inicio de la producción hasta obtener un programa de producción factible, considerando la capacidad de los recursos. Uno de los efectos de este proceso es que se puede alargar el tiempo de entrega de producción y, por lo tanto, se afectan los niveles de servicio y se obtiene menor **throughput** [Franks y Keith, 1995].

Esto permite verificar la filosofía de la **Teoría de Restricciones (TOC)**, que dice que los tiempos de entrega no son determinísticos, ya que “cualquier regla basada en tiempos promedios va a fallar por

las fluctuaciones estadísticas" [Smith, 1994]. Estos tiempos son variables y de acuerdo con la **TOC** son el resultado de la programación del **recurso-restricción**. Aparte de lo anterior, la **TOC** rompe con la concepción tradicional de productividad, pues afirma que no es malo tener sin ocupación un centro de trabajo que no es un cuello de botella, ya que finalmente esto no va a afectar el *throughput* del sistema [Goldratt, 1996].

Según la **TOC**, si se programa el **recurso-restricción** y se hace una programación hacia atrás (*backward scheduling*) de los procesos anteriores y una programación hacia delante (*forward scheduling*) de los procesos posteriores al cuello de botella, se van a obtener menores inventarios y se va a maximizar el número de unidades producidas y vendidas (*throughput*). Esto, combinado con un amortiguador de tiempo o inventarios antes del cuello de botella, dio lugar al método de programación de producción **Tambor-Amortiguador-Cuerda (TAC)**, que ha generado muy buenos resultados en las empresas que lo han implantado [Smith, 1994], [Franks y Keith, 1995].

## 5. LOS *APS* Y EL *SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)*

Las restricciones de capacidad o de mercado no son las únicas limitaciones a las que tiene que hacer frente una empresa manufacturera. Existen además restricciones de materiales, de almacenamiento, de transporte y prioridades en la manufactura, que pueden influir en la planeación y la programación de la producción. Las primeras versiones de los sistemas **APS** consideraron estas restricciones [Hill, 1999], por lo que complementaron a los sistemas de capacidad finita (FCS) y al TAC (además de esto, algunos sistemas consideraron el *Kanban* y *Conwip*) con algoritmos de optimización, para considerar tanto las restricciones de capacidad, como la escasez de materiales, limitaciones en almacenamiento, entre otras.

Con la expansión de su mercado, también tuvo lugar la expansión de su funcionalidad; el desarrollo de la tecnología informática y de los algoritmos de optimización, como las redes neuronales y los algoritmos genéticos que fueron involucrados en los APS [Alvord, 1999], permitió no sólo considerar las restricciones físicas, sino también los costos involucrados, como son los de almacenamiento, de preparación, de producción y de escasez. De esta forma se busca tener no solamente planes factibles sino los más rentables, para optimizar la producción y la red de distribución y transporte.

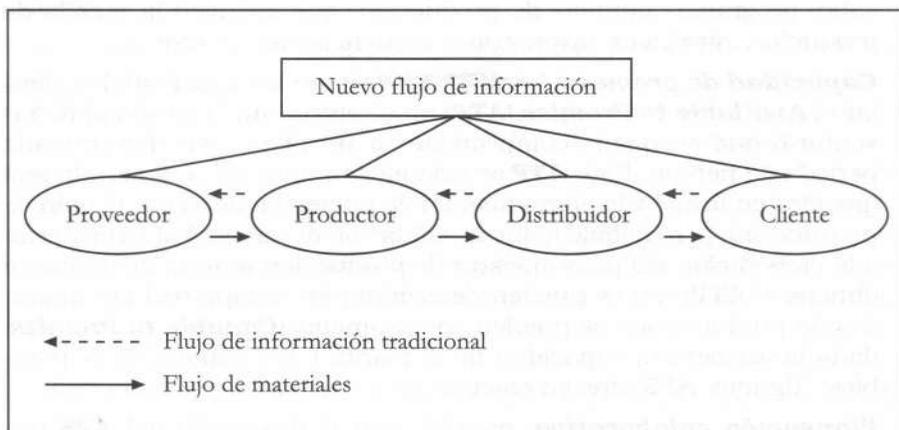
La generación actual de sistemas **APS** extendió las funcionalidades del **MRP/ERP** y según los principales proveedores\* incluye las siguientes características, entre las más importantes:

\* Información tomada de i2 ([www.i2.com](http://www.i2.com)), SAP ([www.sap.com](http://www.sap.com)), JDEdwards ([www.jdedwards.com](http://www.jdedwards.com)), Manugistics ([www.manugistics.com](http://www.manugistics.com)).

- **Optimización de la programación de producción:** los **APS** son sistemas con capacidad finita que combinan sistemas como el **TAC** y el **Justo a Tiempo** (*Kanban* y *Conwip*) para la programación de la producción y el movimiento de materiales de acuerdo con el tipo de proceso productivo. Adicionalmente, tienen en cuenta todas las restricciones y costos explicados anteriormente, para generar recomendaciones sobre programas óptimos de producción, que incluyen la mezcla de productos, niveles de inventario y secuenciación de órdenes.
- **Capacidad de promesa:** los **MRP/ERP** tienen la capacidad de calcular el **Available to Promise (ATP)**, que representa la cantidad de inventario que se puede comprometer a un cliente en determinado periodo de tiempo. Este **ATP** se calcula con base en la demanda real (pedidos en firme) y la oferta disponible planeada (dada por el plan de producción), pero debido a que la validación de capacidad es posterior a la elaboración del plan maestro de producción (que es de donde se obtiene el **ATP**), no se pueden determinar en tiempo real las unidades de producto que se pueden comprometer (**Capable to Promise**) dada la ocupación, capacidad de la planta y los materiales disponibles. Algunos **APS** ofrecen calcular esta cantidad en tiempo real.
- **Planeación colaborativa:** paralelo con el desarrollo del **APS** inicial, se presentó la revolución de la *internet*, que se convirtió para las empresas en el medio más eficiente para compartir información con sus proveedores y clientes, así como sobre los pronósticos y planes de producción, para lograr una optimización de inventarios, no solo a nivel interno, sino en toda la cadena de suministro (Figura 3). Esto se basa en el concepto de colaboración entre todos los eslabones de la cadena de abastecimiento, donde se involucran a los proveedores, productores, clientes (proveedores de los proveedores y clientes de los clientes). La información anteriormente mencionada se comparte para poder competir exitosamente con otras cadenas de suministros. Se pasa, por lo tanto, de la competencia entre empresas a la competencia entre cadenas de abastecimiento, donde la confianza y la cooperación son vitales. Los **APS** incorporaron la tecnología de la *internet* para compartir la información y permitir así la planeación colaborativa, basado en el concepto de *Supply Chain Management (SCM)*.
- **Optimización de la red de distribución:** se refiere a la optimización del flujo de material a través de la cadena de distribución, donde se involucran centros de distribución, bodegas, recursos de transporte y rutas. Con esto se pretende soportar decisiones con respecto a rutas de distribución, optimización de carga en camiones, inventarios que se deben mantener en cada bodega o centro de distribución, entre otras.
- **Planeación por escenarios:** los sistemas **MRP/ERP** tienen una capacidad limitada de simulación, ya que no permiten guardar la información sobre el modelo o escenario con que se realizó la planeación. Los sistemas **APS** permiten construir escenarios y

mediante simulaciones verificar el impacto operacional y en los costos de cada uno de estos planes. Esta característica convierte a los **APS** en sistemas de soporte para la toma de decisiones y de gran ayuda en la planeación estratégica, táctica y operacional.

Figura 3. Flujos involucrados en la planeación colaborativa



## 6. ¿LOS APS SON EL REEMPLAZO DEL MRP/ERP?

Para lograr la optimización de los planes y de la cadena de abastecimiento se debe inicialmente modelar los procesos, restricciones y reglas de negocio de la producción, de la distribución y de la cadena de suministro, para luego generar los algoritmos de optimización y decidir sobre la mejor decisión que se va a ejecutar. La ejecución de estos planes se realiza en los sistemas **ERP**, que es donde se controla toda la información con respecto a las órdenes de producción, consumos de materiales, remisiones de transporte, órdenes de venta, facturación, órdenes de compra, kardex de inventarios y sus efectos financieros y contables, que es la información transaccional que genera la empresa.

Los **APS** son por lo tanto, sistemas complementarios a los **ERP** y no su reemplazo. Los principales proveedores de **ERP** se han dado cuenta del gran potencial de estas herramientas y han escogido una de las siguientes estrategias o una combinación de ellas con el fin de incursionar en el mercado de estas nuevas tecnologías [Hill, 1999]:

- Comprar una de las compañías líderes del mercado en *software APS* y efectuar una integración **ERP/APS**.
- Asociarse con los proveedores de **APS** para construir interfaces de integración con el **ERP**.
- Desarrollar su propio módulo de **APS**.

Las dos primeras estrategias requieren de un proceso muy importante de integración, que desde el punto de vista técnico se ha facilitado debido al avance en la tecnología de comunicación y de *software* de integración [Gould, 1999]; sin embargo, desde el punto

de vista de procesos esta integración no es sencilla, ya que los **APS** pueden realizar de mejor forma muchas funciones del **MRPII**, corazón del **ERP**.

En opinión de algunos autores, lo que se requiere es más parecido a un **"transplante de corazón"** de las funciones de planeación del **MRPII**, como son el plan de producción, la planeación de requerimientos de recursos y planeación de la capacidad, hacia las funciones del **APS**; sin embargo, ante un eventual colapso de esta solución muchas compañías usuarias han optado por realizar parte de sus procesos de planeación en el **ERP** y otros en **APS**, lo que implica que se transfiera la información de un sistema a otro, con duplicación de datos y muchas veces con problemas de sincronización [Hill, 1999].

Con esto, la tendencia parece ser mucho más hacia la integración que hacia el reemplazo de las funciones de planeación del **MRP/MRPII/ERP**, ya que los sistemas **APS** no están diseñados para modelar todos los productos y para planear las compras de todos los insumos, sino de los productos más importantes en costo, donde la optimización de los inventarios y de la producción pueda significar un importante ahorro para la compañía.

## 7. LOS RESULTADOS DE LA IMPLANTACIÓN DE LOS APS

La razón más importante para que las empresas decidan implantar un **APS** es porque reemplaza sistemas anticuados y permite adoptar las mejores prácticas para incrementar la productividad. Este último parece ser el objetivo principal que persiguen las empresas no solo al optar por **APS**, sino por otras tecnologías de información como los **ERP**, en las que el retorno sobre la inversión no es tan evidente y se consigue en un plazo mayor al esperado [Mabert et al., 2000]. De acuerdo con un estudio de **APICS** los beneficios tangibles que obtuvieron algunas empresas que implantaron **APS** fueron las que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Beneficios obtenidos por APS

Criterio	Beneficio
Confiabilidad del pronóstico	Por encima del 15%
Inventario de seguridad	Se redujo en un 15% - 50%
Inventario promedio	Se redujo en un 15% - 25%
Planes / programas estables	Más de 5 días
Throughput	Aumento de un 15% - 20%
Escasez de materiales	Se redujo en un 80%

Fuente: [APS Payback and Benefits, 2001]

Los casos de implantación de APS han estado, por lo general, acompañados de una reingeniería de procesos, que es, según algunos autores el factor clave de éxito para tener una implantación exitosa de APS [Naden, 2000], [McColl y Widicus, 1999]. Así, por ejemplo, se afirma

que "... puede ser que algunos procesos hayan funcionado en el pasado, pero estos pueden ser inapropiados en el nuevo ambiente de manufactura controlado por APS" [McColl y Widicus, 1999].

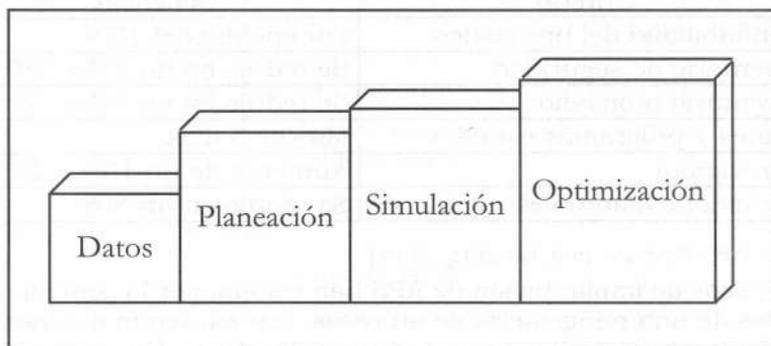
Por otro lado y al igual que los sistemas **MRPII**, muchas personas ven al **APS** como una caja negra que genera soluciones óptimas, sin llegar a entender cómo funciona y en qué se basa, para poder interpretar los resultados, por lo que es vital la capacitación en las prácticas y en las teorías en que se basa para poder decidir cuál es el mejor plan y tomar decisiones al respecto.

Según los principales proveedores de estos sistemas en Colombia, no existen en el país casos de implantación de sistemas **APS**, aunque algunas empresas están evaluando este tipo de soluciones desde hace ya algún tiempo. Un factor por el cual los **APS** no han tenido la suficiente difusión en Colombia es su alto costo que depende del alcance del sistema y de la complejidad en la cadena de valor [Gregory, 1999].

Sin embargo, debido a la compra de los proveedores de **APS** por parte de las grandes compañías de productoras de **ERP**, su costo ha bajado. En poco tiempo, el costo ya no será la variable fundamental al momento de decidir la implantación de un sistema **APS** y en su lugar serán determinantes otros factores como las prácticas y los procesos inadecuados en los que se basan las empresas, que pueden no ser apropiados para este tipo de tecnología.

Es necesario también, que para llegar al **APS** las empresas colombianas pasen por todas los eslabones de lo que se denomina la cadena del uso de la información (Figura 4). El primer eslabón corresponde al manejo de datos, que se puede realizar con cualquier sistema desintegrado. El segundo, es la planeación, que puede estar a cargo del **MRPII/ERP**. El tercero, es la simulación, que en parte se puede realizar por medio de un **ERP**. El cuarto, es la optimización, que se realiza a través de **APS**. Muchas de las empresas que implantan **ERP** subutilizan el motor de planeación y el sistema **ERP** se ha convertido en un instrumento meramente transaccional.

Figura 4. Los eslabones en el uso de la información



Sin pasar por cada una de estas etapas, difícilmente se podrán tener implantaciones exitosas de **APS**. Se trata de un camino largo, sin embargo, para muchas empresas colombianas que han pasado por estas etapas y que han rediseñado sus procesos de acuerdo con las nuevas necesidades de la manufactura, **APS** puede ser una alternativa tecnológica que les va a permitir mejorar su productividad para competir con éxito a nivel global.

## 8. EL FUTURO DE LOS APS

De acuerdo con el censo de las industrias manufactureras en Estados Unidos, solo un 36.5% de las 2,000 empresas encuestadas habían implantado **APS** (Tabla 2); sin embargo, los sistemas **APS** ocupan el primer lugar en los planes de implantación para los próximos años.

Tabla 2. Estados Unidos. Censo de las industrias manufactureras. Implementación de nuevas tecnologías. 1998.

<b>Tecnología</b>	<b>%</b>
Empresas que han realizado alguna implementación	
<i>Computer Aided Design</i>	71.5 %
<i>Conexiones internet</i>	63.6 %
<i>Conexiones intranet</i>	51.3 %
<i>EDI con clientes</i>	42.5 %
<i>APS</i>	36.5 %
Empresas que planean realizar alguna implementación en los próximos cinco años	
<i>APS</i>	47.6 %
<i>EDI con proveedores</i>	39.7 %
<i>Mantenimiento computarizado</i>	37.2 %
<i>Sistemas de Logística</i>	36.2 %
<i>Software de pronósticos</i>	36.0 %
Empresas que no planean realizar ninguna implementación	
<i>Simulación de procesos</i>	62.3 %
<i>Sistemas de ejecución de mantenimiento.</i>	59.3 %
<i>ERP cliente/servidor</i>	53.9 %
<i>Conexiones extranet</i>	53.2 %
<i>Costeo basado en actividades</i>	48.6 %

Fuente: [Leibs, 1998].

En los resultados del mismo censo realizado en el año 2000 se pueden verificar las intenciones de implantación. Del total de la población encuestada, el 38% habían instalado un sistema **APS**; sin embargo, de

las empresas que fueron reconocidas por haber alcanzado el nivel de clase mundial (*world-class manufacturing*), el 64% habían colocado un **APS** [Jusko, 2000]. Otro estudio de **APICS**, revela que los **APS** ocupan el primer lugar en intenciones de implantación, en las empresas que ya tienen un **ERP**. No obstante, llaman la atención los resultados de esta encuesta, en cuanto a los beneficios de los **ERP**, donde la reducción de los costos de operación ocupa el último lugar en los beneficios obtenidos [Mabert et.al., 2000].

La falta de resultados concretos en aumento de la productividad con los sistemas **ERP** es un factor que ha influido negativamente en la consideración de la instalación de los sistemas **APS**. Sin embargo, como se ha visto, los beneficios tangibles pueden ser grandes, siempre y cuando la empresa tenga una cultura de planeación y procesos eficientes. De esta forma los **APS** se pueden convertir en la tecnología para la gestión de la cadena de abastecimiento que rompa con el paradigma de que la tecnología informática no trae beneficios tangibles para las empresas que la utilizan.

## 9. CONCLUSIONES

Los **APS** son el resultado de la evolución de los sistemas para la gestión de la producción, que combinados con modelos de optimización han permitido el desarrollo de sistemas avanzados de planeación y programación de la producción y de la cadena de abastecimiento.

De ellos, sin embargo, no se espera que vayan a reemplazar a los sistemas **MRP/ERP**, sino que son sistemas que los complementan y superan algunas de sus debilidades, como la programación infinita de la producción y la falta de algoritmos para la optimización de los planes y programas.

Los altos costos de los **APS** y la falta de beneficios tangibles de los **ERP** han sido factores que han influido negativamente en la intención de implantación de **APS** por parte de las empresas manufactureras, en particular las colombianas.

Para el uso exitoso de estos sistemas se deben tener unas prácticas y procesos adecuados, así como una cultura de planeación, para de esta forma alcanzar los beneficios esperados de ellos como son la reducción de inventarios y aumento del *throughput*.

## REFERENCIAS

- ADAM, E., Ebert, J. *Administración de producción y las operaciones*. México: Prentice Hall, 1994.
- ALBORD, C. "The S in APS". En: *IIE Solutions*. 31 (10), October 1999, pp. 38-41.
- BARTHOLOMEW, D. "MRP Upstaged". En: *Industry Week*. 246 (3) February, 1997, pp. 39-41.

- FRANKS, F., KEITH, E. *Material Requirements Planning – Rest in peace*. En: <http://www.stg.uk/>, 1995.
- GREGORY, A. "The masterplan". En: *Works Management*. 52 (2). February, 1999. pp. 18-20.
- GOLDRATT, E. *La meta: un proceso de mejora continua*. Castillo. México. 1996.
- GOULD, L. "Integrating APS and ERP is getting easier". En: *Automotive Manufacturing and Production*. 11(5). May, 1999. pp. 50-52.
- GUMAER, R. "Beyond ERP and MRPII: Optimized Planning and Synchronized Manufacturing". En: *IIE Solutions*. 28 (9). September, 1996. pp. 32-35.
- HILL, S. "A bona fide fit?". En: *Manufacturing Systems*. 17 (4). April, 1999. pp. 61-70.
- JUSKO, J. "Paths for Progress". En: *Industry Week*. 249 (20). December, 2000. pp. 24-35.
- LEIBS, S. "Net Gains". En: *Industry Week*. 247 (2) December. 1998. pp. 53-60.
- MABERT, V., ASHOK, S., VEKATARAMANAN, M. "Enterprise Resource Planning of U.S. Manufacturing Firms". En: *Production and Inventory Management Journal*. 41 (2). 2000. pp. 52-58.
- MACHUCA, J. et al. "Dirección de Operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios". Madrid: McGraw Hill, 1995.
- MANETTI, J. "How technology is transforming manufacturing". En: *Production and Inventory Management Journal*. 41 (2). 2001. pp. 54-60.
- MANN, P. "Start from within". En: *Msi*. 19 (2). 2001. pp- 46-50.
- MCCOLL, T., WIDICUS, M. "A good company never blames its APS tools". En: *Pulp and Paper International*. 41 (12). 1999. pp. 37-39.
- NADEN, J. "Have a successfull APS implementation". En: *IIE Solutions*. 32 (10). October, 2000. pp. 46-57.
- RUEDA, F. *El impacto de la tecnología de la información en la empresa de los 90*. Estrategia, Competitividad e Informática. Bogotá: Uniandes, 1997.
- SMITH, J. *TOC and MRPII: From Theory to Results*. Bradley University. Illinois. En: <http://www.rogo.com/JJSmith.html>. Mayo 1994.
- Sin autor. *APS Payback and Benefits*. En: APS Insight. No. 2. En: <http://www.apsinsight.com>. Abril 2001.
- Sin autor. "Globalization changes the face of manufacturing". En: *Manufacturing Engineering*. 120 (6). June 1998. pp. 18-22.
- UMBLE, M., SRIKANTH, M. *Manufactura sincrónica: principios para lograr una excelencia de categoría mundial*. Continental. México. 1997.