

Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 3 p. 69-81. Junio 2005  
Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia)

# LA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA, UN PROCESO ESTRATÉGICO Y ESTOCÁSTICO

ESTEBAN PIEDRAHITA\*

## RESUMEN

Una de las principales fuentes de ventajas competitivas en los turbulentos mercados globales que hoy en día afrontan las empresas es, sin duda, la tecnología, desde la informática, que permite administrar y aprovechar la inmensa cantidad de datos disponibles y que ha estado de moda desde principios de los años 90 con la llamada «era de la información», hasta las tecnologías duras, presentes en las actividades humanas desde tiempos ancestrales.

Aun cuando esta capacidad de creación de ventaja competitiva es entendida por los empresarios, los procesos de evaluación y adquisición, en su estructura y metodología, parecen reflejar una percepción totalmente diferente por parte de éstos. Esta percepción debe verse reflejada en la evaluación de tecnología, cuyo objetivo fundamental debe ser la creación de valor para los accionistas de la empresa, mejorando la posición estratégica que se tiene en el mercado.

El trabajo presenta los aspectos clave de una evaluación exitosa y menciona una metodología particular, desarrollada como trabajo de grado por los ingenieros administradores Natalia Montoya G. y Esteban Piedrahíta M.

**PALABRAS CLAVE:** tecnología; evaluación de tecnología; adquisición de tecnología.

## ABSTRACT

In today's changing global markets the importance of technology as a source of competitive advantage for companies, not only on a long term but also in the day-to-day operation, is undeniable and decisive for a company's permanence in the market. Ranging from information technologies, well known after the 90's boom, which allow managing and exploiting the vast amount of data to the traditional hard technologies which have been present in human's history since ancient times; technology has positioned in the last decades as a key driver to obtain not only long term but also short term goals.

Although businessmen understand the relation between technology and competitive advantage and their ultimate relation with shareholders value, the internal technology evaluation and acquisition processes show otherwise. A perfect understanding is reflected in a technology evaluation process where the ultimate objective is to create value for shareholders by means of improving the companies competitive position in the market.

The paper enumerates important highlights to conduct a successful evaluation and presents briefly a particular methodology for this analysis developed by Natalia Montoya G. and Esteban Piedrahíta M.

**KEY WORDS:** technology; evaluation of technology; acquisition of technology.

---

\* Ingeniero Administrador, EIA. Gerente Finanzas Planta Procter & Gamble Colombia. [piedrahita.ce@pg.com](mailto:piedrahita.ce@pg.com)

Artículo recibido 21-XI-2003. Aprobado con revisión 7-V-2005

Discusión abierta hasta enero 2006

## INTRODUCCIÓN

La tecnología como elemento clave para la creación y el sostenimiento de la ventaja competitiva en un mercado debe ser administrada de manera estratégica por cada empresa. El proceso de adquisición es un proceso clave para gestionar dentro de la administración tecnológica, pues constituye el punto de entrada de una tecnología a la empresa. El siguiente trabajo tiene la intención de presentar a los empresarios un enfoque propio desarrollado en el trabajo de grado «Modelos de simulación para evaluar tecnología, su adquisición y su pago» acerca de las variables que se deben considerar en un proceso de adquisición, así como una herramienta particular desarrollada para tal propósito.

Las diferentes etapas del desarrollo humano han contribuido notablemente a la evolución de las distintas tecnologías y de las técnicas asociadas y, por ende, de las sociedades. La chispa creativa, propia del género humano, que lo ha llevado desde la oscuridad de las edades prehistóricas hasta la conquista del espacio, plantea un desafío estratégico nunca visto para los administradores y empresarios. Hamel y Välikangas (2003) sostienen que la única ventaja de la cual se puede depender es una capacidad superior para reinventar el modelo de negocio antes de que las circunstancias lo exijan; es decir, hablamos de la necesidad latente de desarrollar y gestionar culturas innovadoras, creadoras de nuevas reglas.

Es vital realizar una aclaración en este punto acerca del significado del término tecnología. Según Peter Drucker, tecnología es una declaración en cuanto combina *techne* con *logos*, saber organizado, sistemático y con un fin determinado. En un sentido más práctico, Ferraro y Lerch afirman que es el «conjunto ordenado de todos los conocimientos empleados en la producción, distribución y uso de bienes y servicios». No consiste únicamente en artefactos, sino en el conocimiento que ellos llevan incorporado y en la forma en que la sociedad puede usarlos.

La tecnología como saber sistemático y aplicado constituye una fuente fundamental de nuevas ideas y de ventaja competitiva para que las empresas reinventen constantemente sus modelos de negocio, así como sus productos, asegurando su permanencia en el mercado. Dentro de las responsabilidades de la gerencia está la de adquirir, desarrollar y asignar los recursos de la organización para que apoyen la implementación de las estrategias. La tecnología como recurso de importancia relevante, así como la innovación como proceso de generación de capacidad futura, hacen parte de los recursos que la gerencia debe administrar para lograr sus objetivos estratégicos.

De la misma forma como cada organización evalúa las repercusiones que cada uno de sus planes de negocio tendrá sobre los objetivos estratégicos así como sobre la generación de valor, también cada decisión relativa a la adquisición de nuevas tecnologías debe ser sometida a un análisis exhaustivo para verificar su pertinencia con la estrategia de la compañía. Dicho proceso incluye una serie de etapas, entre las cuales se encuentran el análisis técnico, el cualitativo o estratégico y el financiero, entre otros. La construcción de un modelo general para evaluar la pertinencia o no de una tecnología, desde un punto de vista netamente técnico, excluiría las particularidades de cada empresa y cada compra; por esto el modelo que se presentará parte del supuesto de que la evaluación técnica ya se ha completado y sólo falta realizar una revisión estratégica y financiera.

## LA TECNOLOGÍA, FACTOR ESTRATÉGICO

Desde una visión positiva la estrategia refleja las creencias de la alta gerencia acerca del éxito pasado y presente de la organización enmarcado dentro de cuatro aspectos: competencias nucleares (core competencias), mercadeo y producto, valores y personas, así como las relaciones de estos elementos con el éxito de la firma. De tal forma que para entender la estrategia de una compañía es necesario



no sólo considerar las afirmaciones de la alta gerencia, sino también observar lo que la compañía está realizando (Burgelman, Maidique y Wheelwright, 2001).

Durante los años 80 los teóricos de la administración estratégica comenzaron a reconocer el papel preponderante de la tecnología en la definición del negocio y de la estrategia competitiva. Según Porter (2003), la tecnología es uno de los factores más prominentes que determinan las reglas de la competencia; desempeña un papel de primer orden en el cambio estructural, la creación de nuevas industrias y es un gran igualador, puesto que puede deteriorar la ventaja competitiva de firmas bien consolidadas y empuja otras a la vanguardia.

Para entender el papel de la tecnología dentro de una compañía debemos recurrir a dos conceptos: la cadena de valor y las fuerzas competitivas. La cadena de valor es la herramienta fundamental para conocer la función de la tecnología en la ventaja competitiva, por medio de la comprensión del impacto que los cambios tecnológicos tienen sobre las

actividades de valor. Las estrategias genéricas permiten entender dichos cambios, cómo encajan dentro de la estrategia de la organización, diferenciación o costos, y cuál es su impacto estratégico dependiendo de cómo afecta la posición relativa de la empresa frente al mercado.

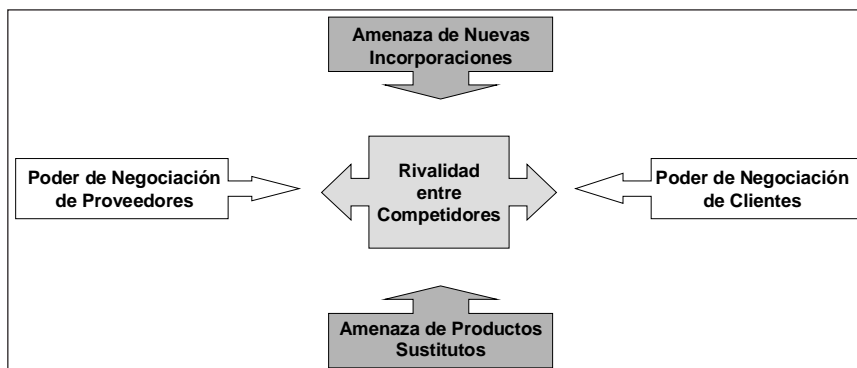
La tecnología puede estar representada en cualquiera de los eslabones de la cadena de valor (figura 1), no sólo en las actividades primarias sino también en las de apoyo o periféricas. Es esta presencia en todas las actividades de la cadena la que genera en ella nexos tecnológicos fuertes. Cada una de las tecnologías que intervienen en los diferentes procesos tiene una contribución al logro de los objetivos. Dicha contribución puede verse reflejada directamente en el bien o servicio entregado al consumidor final, por ejemplo, las materias primas o la formulación de los productos, o puede no ser apreciada por el consumidor, pero desempeñar un papel determinante para poder entregar el producto correcto para la estrategia, como es el caso de las tecnologías de manejo de materiales o el diseño asistido por computador.



**Figura 1.** La cadena de valor de Porter

Los nexos mencionados pueden extenderse hasta los proveedores y clientes generando una interdependencia que puede ser usada como una gran ventaja competitiva frente a la competencia o simplemente ser un requisito esencial para poder competir en el mercado. Es así como los métodos de compra electrónica, por ejemplo el EDI, pasan de ser un servicio adicional ofrecido como parte del servicio de venta a ser un requisito mínimo de las grandes cadenas.

El otro concepto para entender la importancia estratégica de la tecnología es el diagrama de fuerzas competitivas planteado por Porter (Figura 2), en el cual se explican, de manera sencilla, los factores que intervienen en el mercado y que afectan su estructura y, por tanto, el desempeño de una empresa dentro de éste.



**Figura 2.** Diagrama de fuerzas competitivas de Porter

La tecnología afecta la ventaja competitiva si contribuye decisivamente a determinar la posición relativa de la empresa en el mercado en costos, diferenciación o en ambos. Además de afectar el costo o la diferenciación directamente, la tecnología también puede aportar a la ventaja competitiva incidiendo

sobre estos factores de manera indirecta, acrecentando o disminuyendo las economías de escala, creando interrelaciones donde antes era imposible o generando nuevas oportunidades. Independientemente de la influencia que tenga sobre los factores de costo o diferenciación, un cambio tecnológico será exitoso cuando origine una ventaja competitiva sustentable en las siguientes condiciones:

- El cambio tecnológico reduce los costos o mejora la diferenciación y puede ser protegido contra imitación.
- El cambio tecnológico modifica los factores del costo o de la diferenciación, y el impacto sobre la compañía es mayor que en sus competidores aun cuando pueda ser imitado.

- El cambio tecnológico permite ejercer las ventajas del primer participante.

- El cambio tecnológico mejora la estructura global del mercado.

La tecnología es un factor importante en la estructura del mercado; su generalización puede modificar el atractivo del sector o las utilidades generales de los participantes, por ende,

una empresa no puede establecer su estrategia sin tener en cuenta los impactos estructurales que podrá tener. En la figura 3 se muestran algunas de las repercusiones que un cambio tecnológico puede provocar sobre cada una de las fuerzas competitivas de la industria.

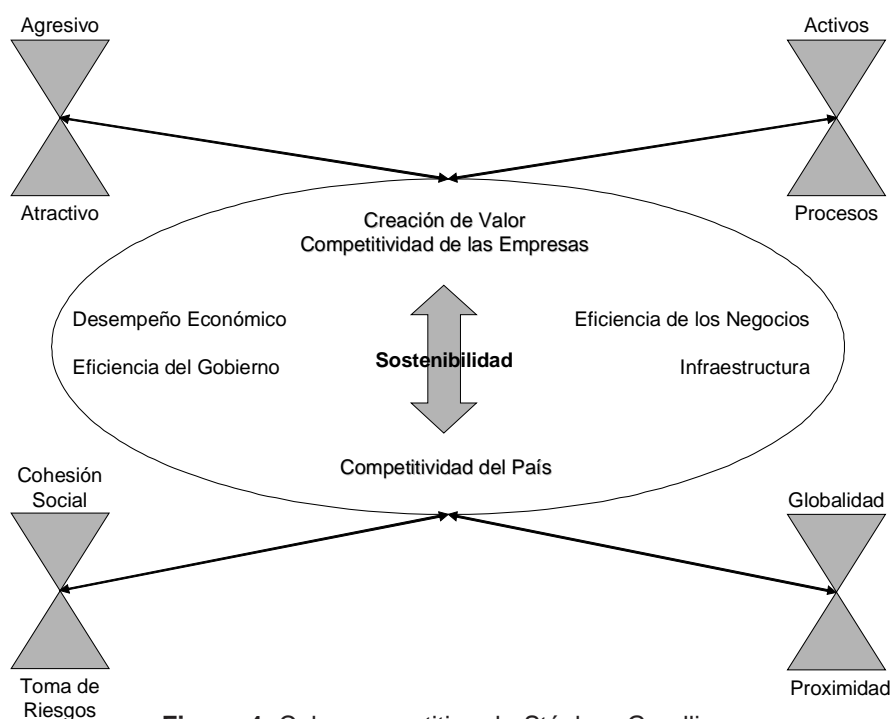


	<b>Amenaza de nuevos competidores</b>	<b>Poder de negociación clientes</b>	<b>Poder de negociación proveedores</b>	<b>Amenaza productos sustitutos</b>	<b>Rivalidad</b>
<b>Variables influenciadas por un cambio tecnológico</b>	Economía escala Curva aprendizaje Capital necesario Costos variables Distribución	Diferenciación Costos Integración de la cadena	Estructura mercado (monopolio) Oferta de sustitutos Independencia	Crea productos nuevos Crea usos nuevos Modifica relación precio/valor	Decisiones de precio Diferenciación Barreras de salida

**Figura 3.** Efectos del cambio tecnológico en las fuerzas competitivas

En el informe de competitividad global 2002 Stéphan Garelli analizó la existencia de un cubo competitivo, en el cual se plantea que los países manejan su ambiente con base en lo que él llama las cuatro fuerzas fundamentales: desempeño económico, eficiencia del Gobierno, eficiencia de los negocios e infraestructura (Figura 4). Estas dimensiones le dan forma al ambiente competitivo de un país y, por tanto, afectan directamente el desempeño de las empresas locales. Dichas fuerzas son el resultado de la tradición, la historia o el sistema de valores y están tan arraigadas en el modo de vida de las naciones que no siempre se expresan o definen con claridad.

Todo ambiente competitivo puede ser descrito y evaluado mediante sus agentes participantes y las fuerzas fundamentales que gobiernan el país o la región en la cual se encuentra. Esta caracterización de los ambientes competitivos es lo que permite crear para cada empresa un cuadro de factores estratégicos para la evaluación de tecnología, que será similar para empresas ubicadas dentro de un mismo sector económico en un mismo mercado que, sin embargo, puede variar sustancialmente del empleado por una empresa situada en una industria o país diferente.



**Figura 4.** Cubo competitivo de Stéphan Garelli

El entendimiento de la relación existente entre la tecnología y el proceso de creación de valor produce como resultado el surgimiento del concepto administrativo de *gestión tecnológica*, el cual implica llevar a cabo un conjunto de lógicas y procesos de gestión para la efectiva producción e incorporación de conocimientos a las actividades de la empresa y la integración de estrategias tecnológicas en las estrategias empresariales para crear ventajas sostenibles y prosperidad. La gestión tecnológica va desde las etapas básicas de protección de la propiedad intelectual, por cierto no muy comúnmente empleada o respetada en Colombia, hasta las más avanzadas técnicas de inteligencia y gradiente tecnológico.<sup>1</sup> La responsabilidad de la gerencia frente a este tema comienza desde la definición misma de los procesos y de su alcance, con el fin de no subestimar el riesgo, pero tampoco sobredimensionar la tarea. Llevar a cabo en una empresa un proceso de gestión estratégica de tecnología implica tomar decisiones respecto a las tecnologías actuales, así como la generación de innovaciones en productos y procesos y definir para esto una estrategia tecnológica acorde con la estrategia global de la empresa y compatible con las decisiones en otras actividades de valor. La estrategia tecnológica debe incluir tres aspectos generales: determinar qué tecnologías desarrollar, decidir si se busca el liderazgo en esas tecnologías y determinar la función de las licencias.

### Ejemplo

Para ilustrar lo anterior, se supone que existen dos empresas que se encuentran definiendo y delimitando todo su proceso de Gestión Tecnológica. La primera de ellas, Buñuelos S.A., una empresa mediana con experiencia de 30 años en el mercado, ventas relativamente estables y una clientela fiel; por otra parte, se encuentra Redes Inteligentes Ltda., una compañía pequeña de capital semilla, que recientemente introdujo sus productos en el mercado y cuyo objeto es la

fabricación y comercialización de componentes para la creación de viviendas y oficinas inteligentes. Partiendo de esta descripción, ¿cuál de las dos debería tener un mejor sistema de gestión tecnológica? Si bien el ejemplo parece relativamente sencillo y, sin duda alguna, Redes Inteligentes sería la opción de la gran mayoría, la respuesta no es tan simple y está directamente relacionada con la dinámica de cada industria, la tecnología aplicada y la estructura del mercado.

Sin duda el riesgo más evidente e inminente lo tiene Redes Inteligentes por la naturaleza de su negocio; a pesar de esto, Buñuelos no puede considerar que se encuentra en una situación del todo segura. Debemos recordar que las características del mercado podrían reflejar claramente síntomas de estancamiento que, de estar acompañados por «trampas de éxito», pueden generar inconvenientes graves de rentabilidad, cuyo manejo inadecuado llevaría a situaciones financieras insostenibles y, por último, a la quiebra.

La figura 5 muestra las conexiones existentes en la cadena de suministros de Buñuelos S.A., en particular hasta el subproducto azúcar. Al margen de la situación del mercado de Buñuelos S.A., amenazado por productos sustitutos como los pancakes y los waffles, se tiene la cadena de suministros, en la cual se encuentran dos puntos posibles de inflexión tecnológica.<sup>2</sup> ¿Qué pasaría si los productos edulcorantes como el aspartame y la estebia reemplazaran el azúcar? o si, por el contrario, ¿el maíz transgénico sustituyera al maíz original? Los posibles cambios que se alcanzarían a citar son interminables gracias a la aparición de una de las nuevas tecnologías, la biotecnología. Se puede pensar simplemente, ¿cuántas posibles alteraciones genéticas se podrían operar sobre una semilla de maíz para mejorar su desempeño como alimento? o ¿cuántos sistemas de mezclado pueden existir y que permitan una mejor homogeneización de los componentes?

<sup>1</sup> Gradiente tecnológico se refiere a la tasa de cambio entre las ventajas que una tecnología tiene sobre las que ya se conocían, lo cual le otorga a la empresa que la posea una posición técnica con respecto a sus competidores.

<sup>2</sup> Un punto de inflexión tecnológica es un punto de decisión donde existen dos o más alternativas tecnológicas que satisfacen una misma necesidad. Escoger una de estas alternativas descarta las otras.

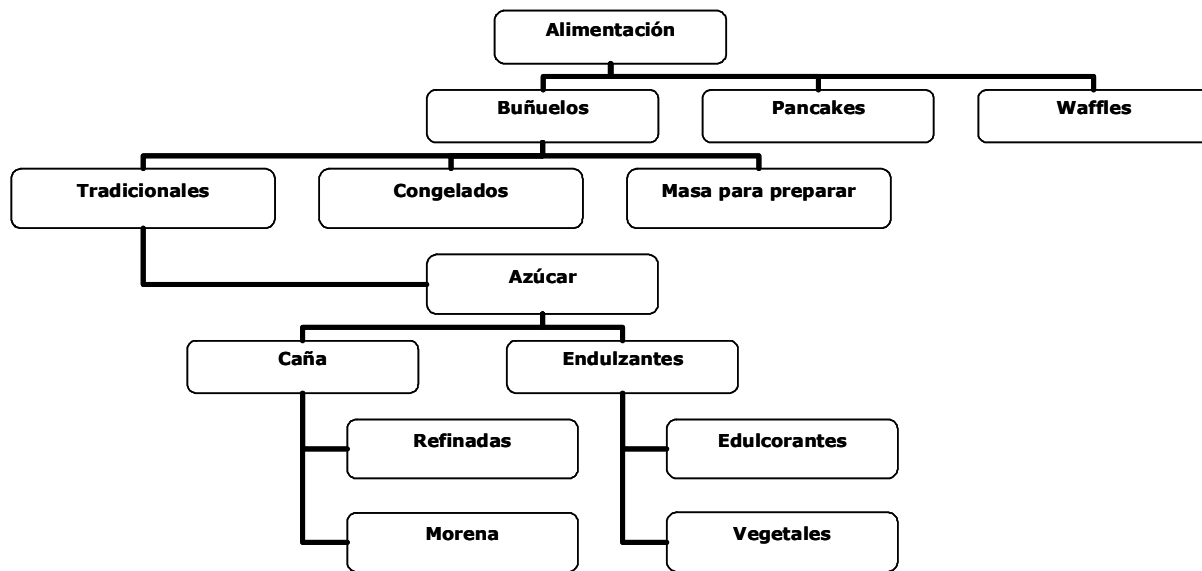


Figura 5. Diagrama de Productos de Buñuelos S.A.

La definición de políticas tecnológicas y de los mecanismos de gestión e inteligencia tecnológicas no depende directamente de la madurez de un mercado o de su estabilidad; depende de los avances científicos que se están realizando en campos conexos y de la facilidad para encontrar información del tema. A manera de breve conclusión, se puede afirmar que lo realmente importante no es la robustez del sistema sino su especialidad; es decir, cuál debe ser la orientación principal de la gestión tecnológica: mantener el flujo de información correcto para prevenir cambios futuros o ser una fuente dinámica de información para la toma de decisiones estratégicas en períodos cortos de tiempo.

El adecuado manejo de la tecnología en una empresa determina, en gran parte de los casos, su capacidad para sobrevivir a los cambios que plantea el mercado sin perder participación ni rentabilidad de manera considerable. Para lograrlo, una empresa debe no sólo realizar vigilancia tecnológica, sino que también debe ser capaz de establecer un proceso de evaluación y adquisición de tecnología, acorde con las necesidades presentes y futuras del negocio, así como con las condiciones que el ambiente de competencia exhibe.

## LA EVALUACIÓN ESTRATÉGICA

La determinación de los factores cualitativos para la evaluación de tecnología puede generar un sinnúmero de discusiones acerca de la influencia que cada uno de ellos pueda tener sobre la posición competitiva de una empresa dentro del mercado. El éxito reciente de la competencia internacional, gran parte de la cual se fundamenta en la innovación tecnológica, ha alentado a las compañías a incrementar sus inversiones en tecnología, a veces con poco espíritu crítico y considerando que el solo hecho de realizar un cambio tecnológico generará beneficios sobre los resultados del negocio.

El proceso interno para evaluar una tecnología incluye muchas etapas, desde la identificación de las diferentes opciones y su evaluación técnica hasta la evaluación del impacto financiero que la implementación de una de estas opciones tendrá sobre el negocio establecido. La evaluación técnica es un punto fundamental de toda compra de tecnología y debe ser conducida antes que la evaluación estratégica y financiera, porque está asociada directamente con la capacidad de la empresa para introducirla en su proceso. Dicha capacidad puede o no

existir actualmente en la empresa; si no existe, deben generarse las recomendaciones para alcanzarla y estas recomendaciones ser incluidas como puntos para considerar en la evaluación estratégica y financiera.

La evaluación estratégica debe comenzar por definir los factores que desean evaluarse para determinar el impacto de la tecnología sobre la empresa y su peso relativo dentro del resultado. Cada empresa puede determinar de manera independiente los factores y el peso relativo que desea emplear, sin embargo, dichos factores deben hacer referencia al impacto que sobre la estructura de la industria y sobre la posición relativa de la empresa tendrá la tecnología. Es recomendable incluir dentro de los factores por evaluar la influencia del Gobierno y la política sobre el ambiente competitivo del país.

Supóngase que PDVSA (Petróleos de Venezuela S.A.) se prepara para realizar una compra importante de tecnología y para ello está determinando su matriz de factores; dentro de ésta los administradores olvidan introducir la amenaza que plantea el uso de combustibles alternos como el gas, ¿cree que la decisión es correcta? La definición de estos factores es clave para conducir un proceso claro cuyos resul-

tados sean válidos y permitan tomar decisiones bien informadas tendientes a generar el mejor impacto sobre la empresa.

Si el lector se ha dado cuenta, a lo largo de estas líneas lo que se ha hecho es determinar oportunidades y amenazas que enfrenta la empresa y que existen en el mercado, es decir, se está retomando la sección de factores externos de la planeación estratégica. La planeación estratégica es un proceso determinante para la compañía no sólo por las conclusiones y planes que resultan de él, sino por el entendimiento que les brinda a los administradores del ambiente en el cual se desenvuelve su empresa.

Seleccionados los factores clave, la siguiente fase es generar preguntas que ayuden a determinar la calificación que la empresa o el ambiente tiene para cada uno de los factores que se escogieron en la primera parte. En el trabajo de grado MSETAP (Modelo de simulación para evaluar tecnología, su adquisición y su pago) los factores que se escogieron para el módulo cualitativo son: política empresarial, políticas nacionales y operación empresarial. En la figura 6 se puede observar un ejemplo de uno de estos factores.

POLÍTICAS EMPRESARIAL					
3	1	De 1 a 5, siendo 1 la menor nota, cree usted necesaria la presencia de fondos de inversión de riesgo en su país?	3		3.0
3	2	De 1 a 5, siendo 1 la menor nota, cómo calificaría usted la disposición de la banca a financiar la ciencia y la tecnología?	3		3.0
2	3	Existen en su país líneas de crédito especiales para el desarrollo científico y tecnológico?	SI		1.0
		Utiliza su empresa dichos créditos?	NO		
1	4	Existe en su país un sector industrial que desarrolle actividades de investigación y desarrollo relacionadas con su sector?	SI		4.5
		Qué proporción de los resultados que se obtienen para este sector industrial aplica usted en su negocio?	DE 25.1% A 50%		
		Qué proporción de los resultados que se obtienen para este sector industrial aplica su competencia?	DE 25.1% A 50%		
1	5	Conoce usted lo que están haciendo su competencia y su sector en investigación y desarrollo?	SI		5.0
2	6	Tiene su país centros de investigación general?	SI		4.7
		Tiene su país centros de investigación para su sector?	SI		
		Califique de 1 a 5, siendo 5 la mayor nota, el uso que le dan los empresarios a estos centros como apoyo a sus actividades de investigación y desarrollo?	4		
2	7	De 1 a 5, siendo 1 la mayor disposición, como calificaría usted la disposición de los empresarios de su sector a invertir en innovación y en actividades de ciencia y tecnología?	2		2.0

Figura 6. Ejemplo del MSETAP





El método más recomendado para llevar a cabo la evaluación estratégica, por su connotación estratégica, es probablemente el método Delphi, involucrando como expertos no sólo al equipo negociador sino también al equipo directivo de la empresa o de la unidad de negocio, cuando aplique esta división. La figura 7 muestra una forma de presentar los resultados de la evaluación estratégica empleando el gráfico de radar. Esta representación es muy útil, porque permite ver de manera rápida la contribución de la tecnología a cada factor y detectar las áreas de oportunidad y fortaleza que tiene.

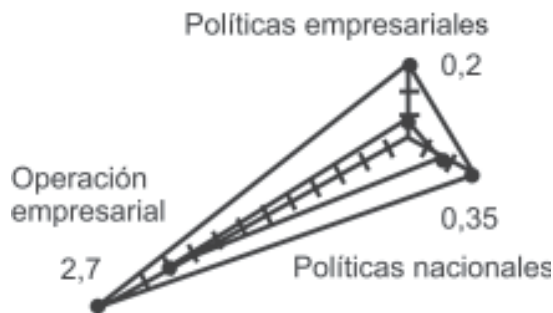


Figura 7. Resultado de la evaluación estratégica

## LA EVALUACIÓN FINANCIERA

Sin duda alguna, los procesos de compra, venta, inversión, entre otros, que realizan las empresas tienen, y siempre deben tener, un objetivo único: creación de valor para los accionistas; por tanto, la misión principal de los administradores es la búsqueda de actividades que maximicen este valor percibido; una de estas actividades es la adquisición de tecnología para el mejoramiento de las ventajas competitivas de la organización.

La creación de valor debe manejarse con un enfoque de largo plazo; como tal implica que los administradores deben conocer en detalle cómo funciona la dinámica del negocio en el cual se encuentran. Es importante recordar que todo negocio tiene su propia economía. Planear valor a futuro implica, por tanto, administrar tres tipos de decisiones: inversión, operación y financiación.

$$VPN = \sum_{i=0}^n \frac{FCL_i}{(1+WACC)^i} \leftarrow \begin{matrix} \text{Decisiones de Operación e Inversión} \\ \text{Decisiones de Financiación} \end{matrix}$$

Donde

FCL<sub>i</sub> : Flujo de caja libre en el período i

WACC: Costo promedio del capital

VPN: Valor presente neto

n: Número de años

Para analizar el desempeño de un negocio se puede recurrir a cualquiera de las herramientas contables y financieras que están al servicio de la administración: contabilidad financiera, análisis de la inversión y economía gerencial. Tanto la contabilidad financiera como la economía gerencial están basadas en un enfoque netamente contable, mientras que el análisis de inversión está basado en la generación de flujo de caja y estrategia.

Todas las decisiones en una compañía implican, con independencia de su tamaño, un intercambio entre capital de trabajo e inversión de largo plazo y tienen un impacto directo en el valor de la compañía. Todas las áreas de la compañía tienen la obligación de conseguir que tales decisiones siempre tengan un impacto favorable en el valor, es decir, son responsables de que todos los flujos de caja sean positivos y crecientes en el tiempo. La forma como se obtiene esto es mediante el equilibrio apropiado de las decisiones vistas. Es indudable que el papel del área financiera dentro de estas decisiones financieras es preponderante, sin embargo, como se mencionó, es vital recordar que la generación de valor para el accionista no es sólo responsabilidad de los financieros ni de sus modelos sino de todas las personas que trabajan en la organización.

Cualquiera de las decisiones genera entrada y salida de efectivo, y es por este concepto como éstas comienzan a impactar la creación o destrucción de valor en el largo plazo. Se debe anotar que en un negocio saludable, el balance entre las entradas (fuentes) y las salidas (aplicaciones) debe ser positivo en el largo plazo y adicionalmente ese flujo positivo debe ser suficiente para cubrir el costo de capital, de

lo contrario el resultado será una destrucción de valor sistemática, sin importar los números que arroje el estado de resultados.

Hasta el momento se ha realizado un repaso de algunos de los puntos más importantes de la teoría financiera moderna, la cual, con algunas críticas, es la más aceptada y empleada en el mundo.

Tradicionalmente los equipos de finanzas han trabajado con escenarios determinísticos para el cálculo de sus indicadores financieros incluyendo opciones de sensibilización y, en el mejor de los casos, corriendo el modelo usando los árboles de decisión (pesimista, probable y optimista); siendo el más completo el último por involucrar dentro del análisis la probabilidad de ocurrencia de otros fenómenos. Sin embargo, este uso de opciones todavía no alcanza a reflejar el comportamiento totalmente aleatorio de los eventos en el mundo que se conoce; como máximo, dentro de cada opción, se supone un comportamiento dado de todas las variables.

**Tabla 1.**

	Pesimista	Probable	Optimista
Ventas	5.0%	7.0%	9.0%
Costos	7.5%	6.0%	4.5%
Gastos	3.0%	2.0%	1.0%
Tasa Interés	10.5%	8.0%	5.7%
<b>VPN</b>	<b>-1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

Supóngase que la tabla 1 contiene los datos de cada uno de los escenarios evaluados en proceso. Es claro que dentro del escenario pesimista la opción es totalmente perjudicial para la organización, mientras que en los dos restantes resulta ser atractiva. Ahora bien, ¿qué pasaría si en lugar de ocurrir cada uno de los escenarios, como está plan-

teado, la realidad resultara de combinar elementos distintos de cada opción?

Si bien nadie puede garantizar que sus predicciones se cumplan ni mucho menos que la realidad se comporte como se ha diagramado, sí es posible enmarcar los resultados dentro de intervalos de confianza que permitan cuantificar la probabilidad de éxito o fracaso que se enfrenta. Es aquí donde el trabajo previo es fundamental para tomar la mejor decisión. El uso de las herramientas estadísticas para conseguir, más que un valor, una función de probabilidad que describa el comportamiento del proyecto, garantizará decisiones mejor informadas y mayores probabilidades de obtener el resultado perseguido que si se tuviera simplemente un valor específico.

Aun cuando la tasa de descuento, CAPM<sup>3</sup> o WACC<sup>4</sup>, dependiendo del caso, mide el riesgo global que como empresa se corre si se implanta una opción, no mide el riesgo individual de ocurrencia de cada una de las variables. Es aquí donde el uso de los métodos estocásticos cobra valor. Es de resaltar que incluso la tasa de descuento está sujeta a variaciones que se presentan en el mercado, tanto local como extranjero, y su valor también debe poder variar en el tiempo conforme aumenta o disminuye el riesgo. Un ejemplo claro de estas fluctuaciones es la conocida prima por riesgo país.

En los modelos determinísticos la obtención de los datos para el análisis es más sencilla que en el estocástico, dada la necesidad de determinar tanto los indicadores de la distribución como la distribución misma que se debe emplear para cada tipo de variable. Si bien es posible demostrar por estadística que la mayoría de fenómenos tiene un comportamiento más o menos normal, esto no necesariamente es lo más ortodoxo

<sup>3</sup> CAPM (Capital Asset Pricing Model). Metodología norteamericana que permite calcular el costo promedio del patrimonio teniendo en cuenta factores propios de cada mercado y país.

<sup>4</sup> WACC (Weighted Average Capital Cost). Costo promedio del capital invertido en una empresa; resulta de ponderar el costo de la deuda y del patrimonio.



cuando se analizan inversiones trascendentales por su importancia o por su valor.

Es necesario recalcar que el método determinístico cumple a cabalidad los objetivos de la valoración financiera y resulta relativamente sencillo de aplicar, requiriendo solamente los conocimientos básicos financieros para hacerlo; su uso y aplicación en las empresas puede y debe ser amplio con el fin de evaluar aquellas opciones que, por su valor o cotidianidad, no merezcan el uso extensivo de recursos. Por el contrario, al enfrentar proyectos de gran envergadura, bien sea por su impacto dentro de la estrategia general de la empresa o por el monto económico que implican, es recomendable exigir al máximo los recursos y correr los modelos empleando las herramientas que la estadística brinda; de esta forma la información será más confiable y se dejará cada vez menos campo a la especulación y al análisis subjetivo.

Dejando a un lado la metodología para la realización de análisis, es importante recordar que cuan-

do se evalúan adquisiciones de tecnología uno de los factores más importante que debe tenerse en cuenta es el de los métodos de pago. A diferencia de la mayor parte de las inversiones que se hacen ordinariamente, en las de tecnología se ofrecen métodos variados de pago, incluso heterogéneos entre los diferentes proveedores; dichas formas de pago pueden convertir una inversión muy rentable desde el punto de vista operativo en un desastre financiero para la compañía. Los métodos de pago son únicos para cada transacción que se realice; dependen, en gran parte, del nivel de transferencia de tecnología involucrado y de los participantes; sin embargo, los modelos pueden generalizarse a los siguientes: pago de contado, pago inicial (down payment) más una cuota fija, pago inicial más un porcentaje de ventas o de utilidad. En la figura 8 se encuentran los flujos de caja operativos para una adquisición de tecnología; en la figura 9 se encuentran los flujos de caja totales incluyendo métodos de pago para la misma evaluación. Como se puede apreciar el impacto financiero de la tecnología es positivo en el nivel de la operación, pero puede modificarse al introducir los métodos de pago.

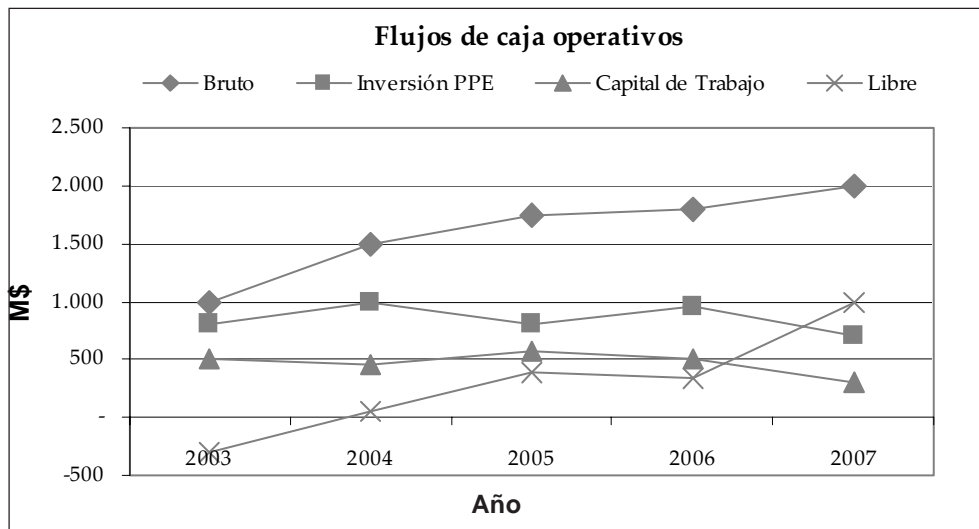


Figura 8. Flujos de caja operativos excluyendo métodos de pago

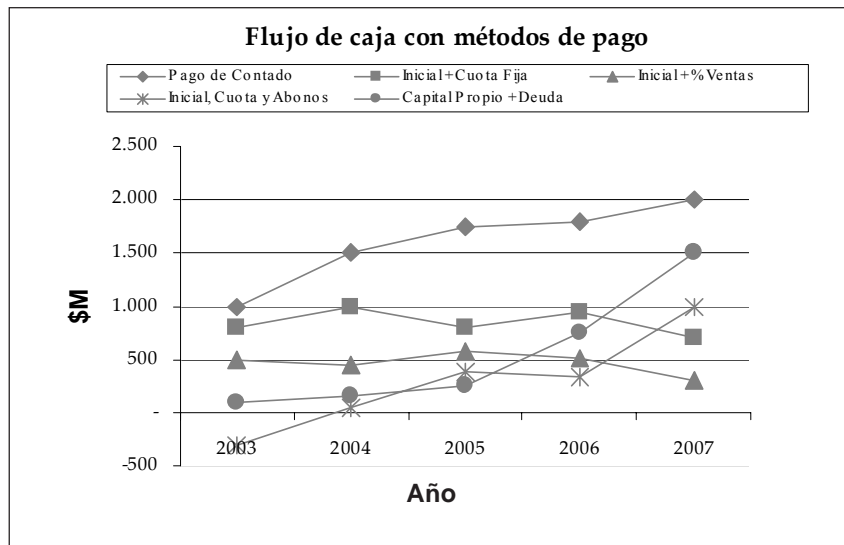


Figura 9. Flujo de caja incluyendo métodos de pago

La labor del equipo negociador es evaluar la tecnología desde dos frentes: operativo y financiero. En el primero se debe llegar a la conclusión de si la tecnología es o no la indicada para suplir las necesidades de la organización y, además, agregar valor estratégico y económico. Ninguna tecnología que destruya competitividad o valor operativo debe ser adquirida. Una vez se seleccionen aquellas tecnologías que cumplen las condiciones anteriores, se debe proceder a evaluar los métodos de pago, tanto los propuestos por el proveedor como aquellos que el equipo negociador determine que serán parte de su contrapropuesta.

## CONCLUSIONES

Los procesos de evaluación hacen parte del trabajo diario de las organizaciones modernas; el cambiante ambiente competitivo obliga a las empresas a mantener un ritmo acelerado de mejora y de cambios que deben ser manejados de la mejor forma con el fin de obtener el mejor impacto sobre el retorno de los accionistas.

Dentro de estas decisiones se encuentran aquellas relacionadas con la compra o venta de tecnología

industrial. Ya se ha visto cómo estas decisiones pueden tener repercusiones muy importantes sobre la ventaja competitiva de una organización determinada y, por ende, de su supervivencia. Con el fin de evaluar correctamente estos impactos, es necesario realizar dos tipos de análisis: cualitativos y cuantitativos.

La evaluación cualitativa de una tecnología debe estar enfocada a determinar tanto los impactos que tendrá la tecnología sobre el ambiente interno de la empresa como los que el ambiente externo, por sus condiciones, tendrá sobre el desempeño de dicha tecnología en la empresa. Hay que recordar que el objetivo fundamental de este análisis es poder calificar la tecnología que se está evaluando en términos del grado de impacto que tendrá sobre su empresa y sobre su mercado.

En el análisis financiero se busca encontrar aquella tecnología y su correspondiente pago que permita maximizar el valor percibido por el accionista, es decir, aquella que tenga un impacto positivo sobre el valor de la empresa. Para ello, existen dos posibilidades de hacerlo, una determinística y la otra estocástica, cada una de las cuales tiene sus ventajas frente a la otra. El proceso con datos determinísticos



es más sencillo y rápido de elaborar, debido a la relativa sencillez para obtener los datos; por el contrario, con el método estocástico se deberán emplear más recursos con el fin de obtener esos mismos datos. En términos de la información obtenida, el uso de variables aleatorias permite tener una mejor calidad, debido a que no se cuenta con un número único sino con toda una distribución de probabilidades que abarca múltiples escenarios en un mismo resultado, cosa que no puede lograrse con el determinístico aun empleando los escenarios.

El éxito de un proceso de negociación de tecnología radica en la capacidad que el equipo negociador designado tenga para determinar su contribución a la posición estratégica de la compañía y a la creación de valor para los accionistas, de ahí la importancia de que sus miembros sean capaces de medir las implicaciones y de plantear soluciones alternas a los puntos de conflicto.

## BIBLIOGRAFÍA

- FERRARO, Ricardo y LERCH, Carlos. *¿Qué es qué en tecnología?* Buenos Aires: Cuadernos Gránica, 1997. 148 p.
- GARELLI, Stéphan. *World Competitive Report 2002*.
- HAMEL, Gary and VÄLIKANGAS, Liisa. *The quest for resilience*. Harvard Business Review. September 2003, p. 52.
- PIEDRAHÍTA, Francisco. *Notas de clase Gestión Tecnológica*. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- PORTER, Michael. *La ventaja competitiva de las naciones*. Buenos Aires: Ediciones B. Argentina. 1.053 p.
- BURGELMAN, Robert; MAIDIQUE, Modesto and WHEELWRIGHT Steven. *Strategic management of technology and innovation*. New York: McGraw Hill, 2001. pp 3-8.
- PORTER, Michael. *Ventaja competitiva*. México: Continental, 2003. pp. 165-201
- MONTOYA, Natalia, PIEDRAHÍTA, Esteban. *Modelo de simulación para evaluar tecnología, su adquisición y su pago MSETAP*. Envigado, 2003. Trabajo de grado (Ingeniero Administrador). Escuela de Ingeniería de Antioquia.

