

Gestión estratégica de la tecnología

ÁLVARO RAFAEL PEDROZA ZAPATA
JOSÉ SÁNCHEZ GUTIÉRREZ

En las últimas décadas ha habido un creciente interés teórico y práctico por integrar la tecnología al proceso de planeación de los negocios. Esto quizá no sorprenda ante la acelerada producción de conocimientos tecnológicos para las actividades comerciales e industriales y las funciones internas de las organizaciones (Abetti, 1991).

Desde principios de la década de los setenta, diversos estudiosos de la planeación (Allen, 1977; Coates, 1971, 1976, Fisher y Pry, 1971) comenzaron a referirse a la necesidad de incorporar la tecnología a dicho proceso, pero más desde la perspectiva macro de la investigación y el desarrollo o de la necesidad de incorporar el pronóstico tecnológico. No es hasta finales de esa década (Fusfeld, 1978), principios de la siguiente (Harris, 1981; Bitondo, 1981) y en la segunda mitad de los ochenta que surgen la mayoría de las contribuciones con base en el concepto de *gerencia estratégica de la tecnología* como nuevo paradigma que pretende apoyar en la resolución de las cuestiones mencionadas.

La visión que ahora se tiene de la gerencia estratégica de la tecnología es muy amplia, ya que proviene de autores ubicados en el campo de la

consultoría como Alan Frohman de Frohman Assoc. (Frohman, 1985), Richard Foster de McKinsey & Co. (Foster, 1986), Lowell Steele y sus 29 años en General Electric (Steele, 1989), Philip Roussel de Arthur D. Little (Roussel, 1991), Gerard Gaynor y su experiencia en 3M (Gaynor, 1991), así como de autores de la propia industria como Antonio Lauglaug de Goodyear Tire & Rubber (Lauglaug, 1987), Cory de IBM (Cory, 1988) y Robert Frosch y Donald Runkle de General Motors (Koerner, 1989), entre otros.

Los resultados que se presentan en este reporte tienen como propósito proporcionar una panorámica de los asuntos clave en los que se centran los esquemas y aproximaciones propuestos en la literatura sobre la gestión estratégica de la tecnología.

El contexto de la gerencia estratégica de la tecnología

Se ha escrito sobre la tecnología y el papel que representa en la empresa (Dosi *et al.*, 1992) y su evolución en la sociedad (Mokyr, 1992; Basalla, 1988), en función de su nivel (Little, 1981), de su fuerza (Van Wyk, 1988), en términos de *empuje de la ciencia* o

del *tirón del mercado* (Freeman, 1982) y en cuanto a tipos de tecnologías (Giral, 1999).

Aunque parezca trivial, si se trabaja para mejorar la gestión de la tecnología en los negocios, y tal vez desarrollar una estrategia tecnológica, se requiere cierta claridad y consenso. Como empresas, tendrán que ser diferentes en función de la tecnología definida como: saber cómo + (verbo) + (complemento); por ejemplo: saber cómo fabricar un robot (Ketteringham y White, 1984).

Según Canales (1997) existe una ley con respecto a la igualdad: "el saber hacer igual genera pobreza". Esta ley pronostica una clara tendencia a la pobreza si dos o más empresas saben hacer lo mismo.

De estas dos propuestas se puede considerar a la tecnología como el conocimiento técnico del negocio con el propósito de generar riqueza. Generalmente los mercados con crecimiento importante deben éste a las soluciones de problemas prioritarios de la sociedad. La tecnología es con frecuencia gran parte de dicha solución, y de paso transforma las estrategias de las empresas.

En este sentido, los dos procesos primarios de gestión tecnológica son

Los autores son investigador y jefe, respectivamente, del Departamento de Mercadotecnia y Negocios Internacionales del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara.

su adquisición y su explotación. En el primero se utilizan recursos para adquirir o generar nuevas tecnologías, las cuales después son explotadas para recuperar la inversión. Este ciclo ha sido descrito por Matthews (1992), y según este autor la estrategia tecnológica es una guía para la gestión de dichos procesos y asegura el alineamiento entre los objetivos organizacionales y las actividades operacionales, incluidos los proyectos de investigación y desarrollo.

Lo que Porter (1980, 1985) aportó para construir su marco de pensamiento y que otros autores hacen suyo es lo siguiente: a) la tecnología está presente en todas y cada una de las actividades de una empresa, y no sólo en la manufactura; b) la tecnología afecta la ventaja competitiva porque desempeña un papel significativo en los costos o en la diferenciación de las compañías; c) el desarrollo tecnológico de una compañía implica más que sus actividades de investigación y desarrollo, y puede involucrar incluso las tecnologías de los proveedores y los consumidores; d) la estrategia tecnológica es la aproximación empleada por la compañía para el desarrollo y uso de tecnología, y se vuelve un ingrediente esencial

de su estrategia competitiva global, y e) la tecnología que emplea una compañía o una industria para competir comprende un conjunto de tecnologías específicas de distinta importancia relativa y desempeña un papel en su estrategia.

Para utilizar la tecnología en la obtención de ventajas competitivas en cualquier industria, las empresas deberán ser explícitas en cuanto al papel de la tecnología en sus estrategias (Flemming, 1991); posteriormente será mucho más fácil mejorar el uso y la gestión de la tecnología para lograr los objetivos estratégicos deseados.

Para ser explícito se requiere contestar cuatro preguntas básicas. ¿Cuáles son las bases de competición? Para la empresa deberá quedar muy claro si la tecnología es un factor determinante o es sólo uno de varios factores importantes para el éxito. ¿Qué tecnologías se deberán dominar para competir? Se requiere identificar las tecnologías críticas de producto, proceso, aplicaciones y sistemas. ¿Qué tan competitivo se es en estas tecnologías? Es aquí donde un buen sistema de inteligencia y *benchmarking* paga dividendos. ¿Cuál es su estrategia tecnológica? La empresa deberá

decidir si quiere ser pionera, seguidora, formar una alianza o combinar las estrategias anteriores.

El uso de la tecnología se modifica en función de la madurez del negocio (Little, 1981). El logro de ventajas competitivas de industrias en fase embrionaria resulta sobre todo en el liderazgo en nuevos productos que satisfacen necesidades críticas; en cambio, en negocios maduros la tecnología se deberá enfocar en la producción, la mercadotecnia y el servicio al cliente.

El proceso deberá estar supeditado al entendimiento de los problemas y las necesidades del cliente, y muchas veces a las del cliente del cliente. Eric von Hippel (1988) encontró que entre el 60 y 80 por ciento de los productos nuevos exitosos fueron concebidos o mostraron su utilidad en forma innovadora por clientes y usuarios.

Para capitalizar el potencial de la tecnología como generadora de ventaja competitiva se requiere pensar de manera diferente a como se está acostumbrado y adoptar un enfoque gerencial nuevo, con formas novedosas de aproximar la liga estratégica tecnología-negocio y con nuevas herramientas que sirvan para apoyar los juicios y las decisiones.

Para ello es importante identificar los principales componentes que permitan construir ese nuevo marco de referencia.

Principales conceptos del nuevo paradigma

Roussel *et al.* (1991) hacen una muy clara síntesis de las "tres generaciones de la investigación y el desarrollo" y de sus características al apuntar lo siguiente sobre las dos primeras: "Sus



filosofías se caracterizaban, en la primera generación, por centrar en la dirección de la empresa la decisión de los objetivos tecnológicos de corto plazo y la dirección de la investigación y desarrollo en las decisiones de tecnologías futuras; mientras que en la segunda, por juzgar y abogar por la relación entre investigación y desarrollo y la alta dirección, así como por la orientación de la investigación y el desarrollo hacia proveedores y clientes”.

En la primera generación sus formas de organización subrayaban la investigación y desarrollo como centro de costo y evitaban la organización matricial, mientras que en la segunda las cuestiones giraban alrededor de la centralización, la descentralización y el manejo matricial, pero sólo de los proyectos.

En ninguna de estas dos generaciones la estrategia tecnológica o de investigación y desarrollo estuvo ligada de manera alguna con la estrategia de negocio (primero la tecnología y después las implicaciones en el negocio) o sólo se definía proyecto por proyecto (sin integrarla a todo el negocio o corporación).

De tales concepciones se derivaban principios operacionales asociados al financiamiento de investigación y desarrollo, al despliegue de sus recursos, a la fijación de prioridades o a la medición y evaluación de resultados o de desempeño con características como las que a continuación se describen.

El financiamiento se otorgaba por partida o por tipo de actividad de investigación y desarrollo con base en los recursos que la empresa pudiera destinar a ella o a las necesidades y riesgos que quisiera satisfacer o asumir. Los recursos eran asignados y

administrados sólo por las direcciones de investigación y desarrollo, y a las demás actividades por las gerencias de negocios.

La asignación de prioridades estaba íntimamente ligada a los centros de decisión sobre presupuestos y manejo de recursos, pero sin atender criterios ligados a asuntos estratégicos de la empresa o corporación.

Los resultados esperados no se aplicaban con precisión y se usaban medidores de índole interna (éxito/fracaso técnico). La evaluación anual del proceso se convertía en un *rito* de carácter *post mortem* o a través de comités de alcance no mayor que los negocios –para investigación y desarrollo aplicados– o a las divisiones –para investigación y desarrollo básicos.

Para muchos directores generales la actividad de investigación y desarrollo –y por lo tanto de tecnología– se reducía a unos cuantos dígitos o indicadores, como la inversión en investigación y desarrollo como proporción de las ventas o el número de patentes obtenidas.

La primera y segunda generaciones de investigación y desarrollo carecieron de un enfoque gerencial y de un contexto estratégico adecuados, y las características de sus principios operacionales explican en buena medida muchas de las frustraciones de la alta dirección y de los propios grupos de investigación y desarrollo/tecnología al percibir que ni los éxitos tecnológicos se traducían en la generación de ventajas competitivas permanentes ni sus fracasos se podían aprovechar para reorientar las decisiones estratégicas o tecnológicas subsecuentes.

La noción de que la tecnología se encuentra distribuida en todas y cada

una de las áreas de la empresa da pie a que este concepto pierda sus características monolíticas tradicionales (Porter, 1985). La ubicación –siempre distribuida– de ciertas tecnologías en cada tarea funcional o de la infraestructura de la cadena de valor permitió la identificación de componentes tecnológicos que pueden generar ventaja competitiva al negocio, como las tecnologías de sistemas de información y comunicaciones, las asociadas a la logística o las de entrenamiento que antes no se habían considerado con tales atributos.

De la misma forma se han podido detectar las relaciones que existen entre esas tecnologías de valor de la empresa desde una perspectiva integrada (Steele, 1989), así como el vínculo entre la gerencia de tecnología y las funciones generadoras del producto, las que permiten distribuirlo y la propia administración (Gaynor, 1991).

Otro concepto ampliamente utilizado ahora, aunque no de tan nuevo cuño, permite visualizar las distintas tecnologías de valor en función del papel que desempeñan en la generación de ventajas y en el sustento de la estrategia del negocio. Las nociones de tecnologías distintivas por su misión o efecto y sus diferentes clasificaciones contribuyen a incorporar una dimensión estratégica a cualquier tratamiento o manejo que de ellas se haga.

Estas clasificaciones de las tecnologías en función de su impacto en la competitividad se alejan en cierta forma de las nociones de madurez u obsolescencia de ellas, aun cuando no las excluyen de los marcos de pensamiento estratégico.

El impacto de la tecnología en la competitividad proporciona una visión bastante clara de la naturaleza

de las decisiones tecnológicas y de las opciones que la empresa deberá o no considerar (Roussel *et al.*, 1991: 64). Mientras que la madurez es una característica intrínseca de la tecnología, su impacto en la competitividad depende de la rama en que se encuentra la empresa, sus características y las tendencias que en ella prevalecen. La noción de que las tecnologías presentan ciclos de vida como los productos fue propuesta desde principios de la década de los ochenta (Fischer y Pry, 1971) para explicar el fenómeno de sustitución de tecnologías. Como al concepto de impacto competitivo de la tecnología, que casi todos los autores actuales lo han adoptado como componente de sus marcos de pensamiento estratégico.

Quizá la contribución más conocida y completa sea la de Foster (1986), porque relaciona la curva de aprendizaje de la tecnología con los procesos de innovación y, en consecuencia, con sus implicaciones en la estrategia del negocio.

El uso de la tecnología también se modifica en función de la madurez del negocio (Little, 1981). El logro de ventajas competitivas en industrias en fase embrionaria se refleja sobre todo en el liderazgo en nuevos productos que satisfacen necesidades críticas, mientras que en negocios maduros la tecnología deberá enfocarse en la producción, la mercadotecnia y el servicio al cliente.

Otros dos conceptos que dan sustento al nuevo paradigma son: a) la capacidad tecnológica de la compañía (Steele, 1989; Roussel *et al.*, 1991; Frohman, 1985), es decir, el conjunto de recursos y habilidades de que dispone –y su calidad– para modificar o generar componentes de la tecno-

logía que tienen impacto en la competitividad; b) el nivel de dominio de las tecnologías disponibles en la empresa, dada una tecnología y su impacto en la competitividad, la sola existencia de ambos no implica que esa tecnología esté siendo aprovechada al máximo que su calidad ofrece y, por lo tanto, se esté capitalizando la posibilidad que tiene de generar ventaja competitiva (Texne, 1992; Harris *et al.*, 1996).

Algunos autores subrayan las siguientes fallas (Trehwella y Clarke, 1997) en la gestión estratégica de la tecnología: a) excesivo enfoque en el *qué* en lugar de en el *cómo*; b) falta de desarrollo de una arquitectura estratégica tecnológica; c) preferencia automática por una estrategia tecnológica de liderazgo; d) uso de técnicas inapropiadas en la selección de proyectos; e) programa tecnológico muy pulverizado (*salami-slicing*); f) omisión del servicio técnico del portafolio tecnológico; g) omisión de fuentes externas del portafolio tecnológico; h) mantenimiento inapropiado del liderazgo en las tecnologías base; i) falla en la aplicación exitosa de la tecnología desarrollada; j) falla en la evaluación de las consecuencias de éxito; k) diagnóstico incorrecto de las causas del descenso de la productividad técnica, y l) falla en el compromiso de la dirección.

Otros proponen mejores prácticas como las siguientes (Metz, 1996; Chester, 1994): a) establecer un proceso estructurado para la planeación tecnológica; b) impulsar la participación de investigación y desarrollo en las demás áreas funcionales de la organización; c) obtener el compromiso de la dirección; d) organizarse para una planeación efectiva de la tecnología y su compra para todas las fun-

ciones; e) auditar la actuación de investigación y desarrollo con base en resultados mensurables (Robb, 1991); f) organizar los laboratorios centrales de investigación de acuerdo con la especialidad técnica y no con el mercado al que se sirve; g) estructurar una red o agrupamientos técnicos para incubar las competencias técnicas medulares, y h) utilizar ejecutivos de cuenta para proporcionar una interfaz directa entre el laboratorio central y la unidad de negocio.

En síntesis, los principales conceptos que componen el nuevo paradigma de integración de tecnología en la planeación estratégica son: a) la tecnología no es monolítica, es un algo divisible en partes distintivas que se distribuyen a lo largo y ancho de las áreas o funciones de la organización; b) la tecnología impacta a la competitividad en función del tipo y la mezcla de impactos competitivos de las tecnologías particulares que la componen; c) las tecnologías tienen límites, ciclos de vida o potenciales, cuyo manejo tiene implicaciones estratégicas muy importantes; d) la mezcla de recursos y habilidades tecnológicas de una empresa son diferentes –desde el punto de vista estratégico– para cada negocio y su balance con los componentes de la tecnología de impacto en competitividad es un asunto clave, y e) la calidad de las tecnologías de una empresa, así como la suficiencia y calidad de sus recursos y habilidades tecnológicas, se ven afectadas por el mayor o menor dominio que se tiene de esas tecnologías.

Otro concepto vital para integrar a los anteriores es considerar que su combinación y las implicaciones que de ella surjan son la base para la construcción de visiones estratégicas don-

de la tecnología y su manejo se vuelven causa y efecto a la vez de la estrategia de negocios de la empresa.

Roussel (1991) postula que los papeles estratégicos de la tecnología —a la que llama sólo investigación y desarrollo— son tres: a) defender, soportar y expandir los negocios actuales; b) servir de fuerza motriz en la generación de nuevos negocios, y c) ampliar y profundizar las capacidades tecnológicas de la compañía. El autor busca responder cinco preguntas en el marco de los papeles estratégicos: ¿qué se está tratando de hacer en el negocio?, ¿cómo puede contribuir la tecnología a ello?, ¿cuáles son los costos/beneficios y los riesgos?, ¿qué tan posible es comprometerse en ello?, ¿qué conviene apoyar en tecnología?

La ciclicidad de estas preguntas pone de relieve que bajo el nuevo paradigma la definición de estrategia de negocio —la respuesta a la primera pregunta— depende de las respuestas obtenidas en pasos anteriores de este proceso.

Mientras que Porter (1985) subraya la necesidad de que la empresa construya su estrategia en el contexto de las fuerzas que influyen en la utilidad de la industria, Prahalad y Hamel (1990) enfatizan la necesidad de identificar las competencias medulares y construir la estrategia alrededor de ella; por su parte, Stalk, Evans y Schulman (1992) ponen especial atención en la competencia en capacidades.

Porter (1998) afirma que el éxito de una estrategia depende no sólo de hacer muchas cosas bien, sino también de la integración entre éstas. Si no hay ajuste entre las actividades no habrá estrategia distintiva ni sustentable.

Por ello la integración de conceptos estratégicos en la planeación tecnológica, y viceversa, es una cuestión clave que todos los autores proponen. Sin embargo, surge también la necesidad de que se creen los espacios y las condiciones adecuadas para que los marcos de pensamiento de esta naturaleza sean adoptados por las organizaciones desde la alta dirección hasta los niveles gerenciales de las distintas funciones.

Consideraciones finales

El nuevo paradigma de la gerencia estratégica de la tecnología implica nuevas formas de concebir los nexos, ahora más estrechos, entre la estrategia competitiva de una empresa o corporación y sus opciones de estrategia tecnológica, desde un enfoque cíclico y altamente interactivo, desechando las aproximaciones lineales que subordinan y ponen en segundo término lo tecnológico.

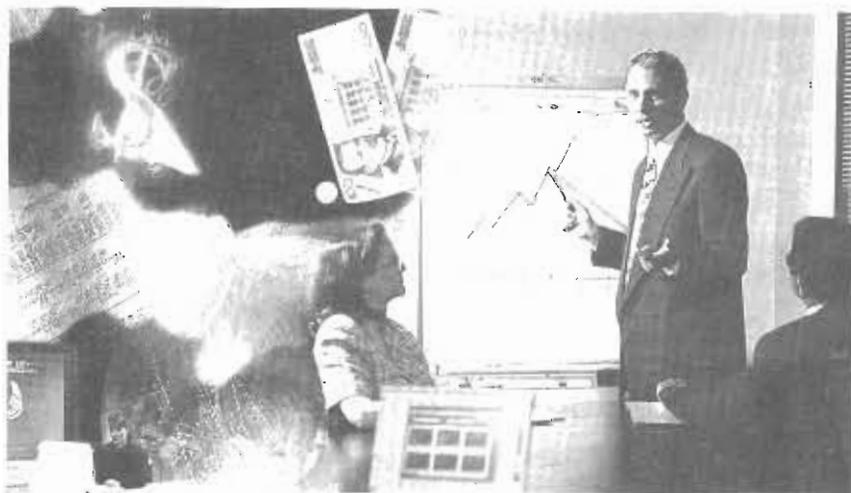
La incumbencia de lo tecnológico a todas las áreas de la empresa, porque se encuentra distribuida en todas ellas, del manejo de las discontinuidades, del impacto en la competitividad, de la calidad de las tecno-

logías, de las capacidades tecnológicas y del dominio de la tecnología son los pilares en los que descansa este nuevo paradigma.

Por lo tanto, la integración de la tecnología a la planeación estratégica no implica una nueva aproximación metodológica, sino más bien una nueva visión y percepción de sus estrechas relaciones que debe incorporarse a las maneras como todos los gerentes —y particularmente la alta dirección— toman decisiones sobre el rumbo de los negocios.

Bibliografía

- Abetti, P.A., The impact of technology on corporate strategy and organization: illustrative cases and lessons, *Int. J. Technology Management*, Special Publication on the Role of Technology in Corporate Policy, pp. 40-58, 1991.
- Allen, T. J., *Managing the flow of technology: technology transfer and the dissemination of technological information within the R&D organization*, MIT Press, Cambridge, 1977.
- Basalla, George, *The evolution of technology*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- Bitondo, D., A.L. Frohman, "Linking technological and business planning", *Research Management*, vol. 24, núm. 6, noviembre de 1981, pp. 19-23.



- Canales, Enrique, *El cultivo de tu frecuencia: filosofía de la acción*, Ediciones Castillo, Monterrey, 1997.
- Chester, Arthur N., "Aligning technology with business strategy", *Research Technology Management*, enero-febrero de 1994, pp. 25-32.
- Coates, J.F., "Technology assessment: the benefits... the costs... the consequences", *The Futurist*, vol. 5, 1971, pp. 225-231.
- "Technology assessment: a tool kit", *Chemtech*, vol. 6, 1976, pp. 372-383.
- Cory, J.P., "Strategic planning process and technology management", *Technology Management*, núm. 1, 1988, pp. 207-218.
- Dosi, Giovanni, Renato Giannetti y Pier Angelo Toninelli (eds.), *Technology and enterprise in a historical perspective*, Clarendon Press, Oxford, 1992.
- Fisher, J.C. y R.H. Pry, "A simple substitution model for technological change", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 3, 1971, pp. 75-88.
- Flemming, Samuel C., "Using technology for competitive advantage", *Research Technology Management*, septiembre-octubre de 1991, pp. 38-41.
- Ford, D., "Develop your technology strategy", *Long Range Planning*, vol. 21, núm. 5, 1988, pp. 85-95.
- Foster, R., *Innovation: the attacker's advantage*, Summit Books, Nueva York, 1986.
- Freeman, C., *The economics of industrial innovation*, Francis Pinter, Londres, 1982.
- Frohman, A.L., "Putting technology into strategy", *Journal of Business Strategy*, vol. 5, 1985, pp. 54-65.
- Fusfeld, A., "How to put technology into corporate planning", *Technology Review*, vol. 80, núm. 6, mayo de 1978, pp. 51-55.
- Gaynor, G.H., *Achieving competitive edge through integrated technology management*, McGraw Hill Engineering and Technology Management Series, McGraw-Hill, Nueva York, 1991.
- Giral B., José, "Gestión de la calidad y de la innovación", Congreso ADIAT-CIRAA, abril de 1999.
- Harris, J.M., R.W. Shaw, W.P. Somers, *The strategic management of technology*, Booz Allen Hamilton Inc., Nueva York, 1981.
- Harris, R. Clark et al., "The virtual R&D laboratory", *Chemtech*, agosto de 1996, pp. 7-11.
- Ketteringham, J.M. y J.R. White, "Making technology work for business", en R.B. Lamb (ed.), *Competitive strategic management*, Prentice Hall, 1984.
- Koerner, E., "Technology planning at General Motors", *Long Range Planning*, vol. 22, núm. 2, 1989, pp. 9-19.
- Lauglaug, A.S., "A framework for the strategic management of future tire technology", *Long Range Planning*, vol. 20, núm. 5, 1987, pp. 21-41.
- Little, Arthur D., *The strategic management of technology*, European Management Forum, Davos, 1981.
- Matthews, W.H., "Conceptual framework for integrating technology into business strategy", *Journal of Vehicle Design*, vol. 113, núm. 5-6, 1992, pp. 524-532.
- Metz, Philip D., "Integrating technology planning with business planning", *Research Technology Management*, mayo-junio de 1996, pp. 19-22.
- Mokyr, Joel, *The lever of riches: technological creativity and economic progress*, Oxford University Press, 1992.
- Porter, M., *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*, Free Press, Nueva York, 1980.
- *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*, Free Press, Nueva York, 1985.
- *On competition*, HBS Press, Cambridge, 1998.
- Prahalad, C.K. y G. Hamel, "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review*, mayo-junio de 1990, pp. 79-91.
- Robb, Walter, "How good is our research", *Research Technology Management*, marzo-abril de 1991, pp. 16-21.
- Roussel, P.A. et al., *Third generation R&D: managing the link to corporate strategy*, Harvard Business School Press, Boston, 1991.
- Stalk, G., P. Evans y L. Schulman, "Competing on capabilities: the new rules of corporate strategy", *Harvard Business Review*, marzo-abril, 1992, pp. 57-69.
- Steele, L.W., *Managing technology: the strategic view*, McGraw Hill Engineering and Technology Management Series, McGraw-Hill, Nueva York, 1989.
- Texne, *Esquemas y modelos para la integración de la tecnología en la planeación estratégica*, De la Tijera y asociados, Consultoría de Negocios y Tecnológica, 1992.
- Trewhella, Martin y Pat Clarke, *Strategic management of technology: thirteen common pitfalls prism*, Arthur D. Little, 1997.
- Van Wyk, Rias J., "Management of technology: new frameworks", *Technovation*, 7, 1988, pp. 341-351.
- Von Hippel, E., *The sources of innovation*, Oxford University Press, Nueva York, 1988.