

Modelo de Gestión de Innovación Tecnológica en Pymes

Florángel Ortiz Zavala

Dpto. de Ingeniería de Métodos. Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Av. Universidad. Naguanagua. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela.
florangelortiz@intercable.net.ve

Resumen

Se presenta un modelo de gestión de la innovación tecnológica basado en un enfoque sistémico que permite la medición del impacto de las innovaciones tecnológicas en pequeñas y medianas empresas (pymes), específicamente en aquellas pertenecientes a los países en desarrollo. Este modelo general se fundamenta en el cuadro de mando integral diseñado según las características propias de las pymes manufactureras en este entorno, a partir del cual se determina que la toma de decisiones clave en éstas radica en el monto a invertir en tecnología dura y en tecnología blanda para la generación de innovaciones. Se realiza la simulación del modelo con dinámica de sistemas para el caso de una pyme del sector manufacturero venezolano. Los resultados arrojan que para la empresa en estudio se necesita invertir más en los procesos que en el recurso humano. La medición del impacto de la innovación permite a las organizaciones tomar las acciones más convenientes para mejorar el aporte que las innovaciones tienen en ellas según sus características particulares

Palabras clave: Gestión de Innovación Tecnológica, Pymes, Cuadro de Mando Integral, Dinámica de Sistemas.

1. Introducción

El presente trabajo describe un modelo de gestión de la innovación tecnológica desarrollado desde la perspectiva de la planeación estratégica en ingeniería y tecnología, aplicado al caso de las pequeñas y medianas empresas (pymes). De la revisión bibliográfica se identifican dos grandes áreas de estudio que ocupan la atención en este tema, en el cual se observa un renovado y creciente interés: el análisis de los determinantes de la innovación, y la evaluación y toma de decisiones relativas a las innovaciones tecnológicas. (RICYT, 2001; Khalil, 2000; Escorsa y Valls, 1997; OECD, 1997). También se constató que la mayoría de las investigaciones en la materia están enfocadas a las grandes empresas o a empresas que desarrollan actividades formales de investigación y desarrollo, y no así al caso de las pymes, especialmente de los países en desarrollo (Quartey, 2001; Read, 2000; Reed, 2000). De allí surge la necesidad de desarrollar un modelo que apoye la gestión de la innovación en los países en desarrollo, especialmente aplicado al entorno de Latinoamérica.

2. El Problema

No existe un modelo único de negocios que explique el funcionamiento de una firma innovadora, y los esfuerzos que se han realizado en este sentido se orientan más a aspectos particulares, ya sea desde la óptica de la política pública (área mayormente explorada) o desde las posibilidades internas de las organizaciones. En consecuencia la gerencia de este tipo de empresas no se encuentra preparada para llevar adelante procesos de cambios en sus organizaciones, y además desconocen el impacto que tendrán los mismos en su desempeño. Esta situación es especialmente difícil en las pymes latinoamericanas, ya que no cuentan con gran experiencia en gestión empresarial que les ayude a enfrentar los grandes retos de la innovación en el mundo globalizado de hoy (Andriani, Biasca y Rodríguez, 2003).

3. Metodología

El modelo para la gestión de innovación en las pymes se construye bajo el enfoque sistémico. Para ello se requiere la percepción clara del sistema pyme y los elementos esenciales; determinar las relaciones, clasificar y representar estos elementos. Se utiliza la herramienta de planeación estratégica Cuadro de Mando Integral (CIM) (Kaplan y Norton, 2000).

Posteriormente se realiza la validación del modelo en una pyme del sector manufacturero venezolano, para asegurar que represente la realidad de la mejor manera posible, usando la Dinámica de Sistemas (Akkermans y Oorschot, 2002; Martin, 2002; Martin, 2003, Sterman, 2002), como herramienta para la modelación apoyado en el software *ithink*®5.0, para lo cual se llevan a cabo las siguientes etapas: construcción del diagrama causal, construcción del diagrama de flujo, simulación, análisis de comportamiento del modelo, y ajustes hasta que el modelo se considere satisfactorio.

4. Resultados

Del análisis de las variables determinantes en la innovación en la situación actual de las pymes en el contexto latinoamericano (Quijano, 1997; Viana y Cervilla, 1997), se desarrolla el modelo conceptual de la gestión de la innovación tecnológica denominado GIT PYMES LAT (Ortiz, 2005). El punto central del modelo de gestión de la innovación que se presenta en la Figura 1. es la estrategia innovadora a nivel operativo, la cual incorpora la estrategia general de innovación de la compañía para alcanzar la competitividad. Esta estrategia consiste en alcanzar una alta eficiencia operativa, a partir de inversiones en los procesos y en los recursos humanos. Esto permite obtener los niveles de calidad demandados por los clientes y competir con base en mejores precios y tiempos de entrega. De esta manera la empresa garantizaría su supervivencia, uno de los aspectos críticos a nivel de las pymes en los países en desarrollo, dadas las grandes fortalezas de los competidores de los países desarrollados.

4.1. Creación del Modelo Dinámico

Las perspectivas del Modelo GIT PYMES LAT constituyen sub-modelos que se integran y pueden ser representados con la dinámica de sistemas para observar los cambios en la organización seleccionada. Esta herramienta de simulación permite representar el estado actual de dicha organización, proyectar los resultados de las variables clave hacia el futuro y simular los efectos en indicadores clave en un período de valoración establecido en este caso, cinco años.

Para ello, se utiliza el software *ithink*®5.0. En la instrumentación del modelo propuesto, se revisaron los aspectos fundamentales de cada perspectiva con el equipo gerencial de la firma, y en función de la información recabada a través de entrevistas y estadísticas de la empresa, se desarrollaron los submodelos a un mayor nivel de detalle.

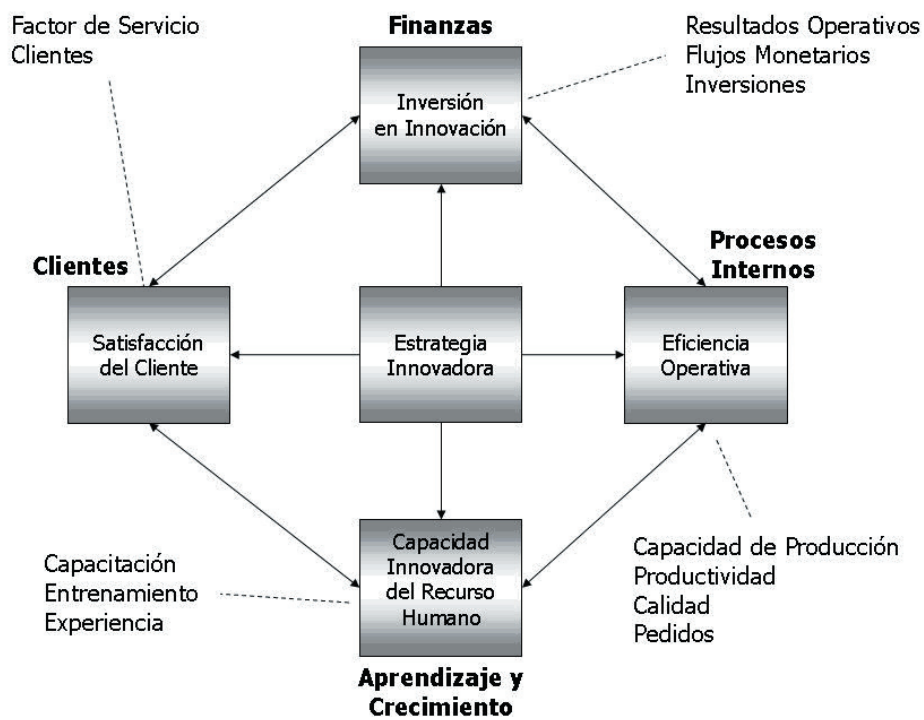


Figura 1. Estructura del Modelo GIT PYMES LAT. Fuente: Ortiz, 2005.

Los sub-modelos presentados se acoplan y forman el modelo definitivo, en el cual se relacionan los inductores de valor suministrados por las perspectivas. Este modelo se puede ver como una fotografía actual de la empresa. La Figura 2 constituye por tanto la representación dinámica del Modelo GIT PYMES LAT.

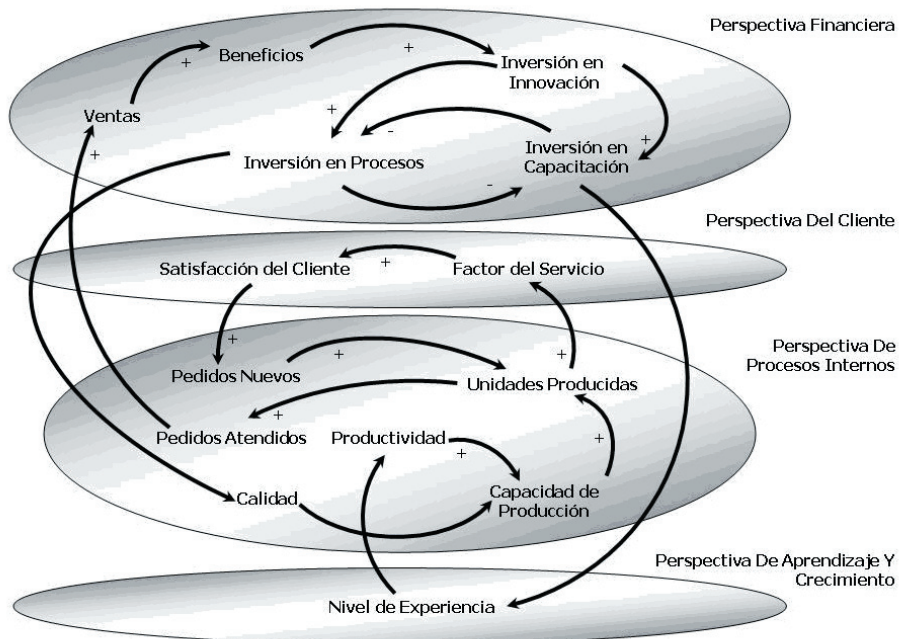


Figura 2. Modelo dinámico de la gestión de innovación tecnológica en pymes

De manera específica el modelo permite analizar distintos escenarios en el tiempo para evaluar el comportamiento de los elementos involucrados y proyectar en términos financieros el impacto de las decisiones en materia de innovación de procesos para el caso de las pequeñas y medianas empresas.

4.2. Formulación del Modelo Dinámico

Una vez desarrollado el modelo dinámico a nivel de detalle para una empresa manufacturera representativa del conglomerado de pymes en Venezuela, se realiza la simulación del comportamiento del sistema empresarial ante las decisiones relacionadas con las políticas relativas a la innovación tecnológica. Posteriormente se analizan los resultados obtenidos con la simulación.

Al representar cada una de estas variables a nivel de fórmulas, se puede proceder a realizar la simulación y observar el comportamiento en el tiempo de las mismas, tomando como punto de partida la situación inicial de la empresa.

La formulación del modelo dinámico es una de las tareas más delicadas de cumplir, ya que en ella se requiere de una cantidad de datos históricos y estratégicos sobre el desempeño de la organización en los últimos años, así como también de una adecuada percepción del comportamiento de las variables y de sus interrelaciones. De la información suministrada en esta tarea, depende lo cercano o lejano del estudio con la realidad. En esta etapa se toma el análisis del contexto realizado y se evalúan y determinan los valores requeridos para cada uno de los indicadores organizacionales en el caso estudiado en las distintas perspectivas.

Estos son los indicadores organizacionales (inductores de valor ó “value drivers”) necesarios para realizar la simulación del caso de estudio. Al finalizar la fase de recopilación y procesamiento de información en la organización, se formulan las ecuaciones que permiten simular el modelo. Esto puede requerir hacer ajustes y buscar más datos, antes de establecer conclusiones sobre el modelo

El primer uso del modelo permite establecer el valor financiero al accionista en el contexto actual, llamado también **valor pre-estrategia**, el cual representa el valor de la empresa de no implementarse la estrategia de innovación. Para ello se simula el comportamiento esperado en los próximos cinco años bajo la premisa de no invertir en innovación. Los resultados de la simulación de los flujos monetarios en ese período y los resultados del valor del accionista se presentan en las Tablas 1 y 2.

Tal como se aprecia en la Tabla 1, después del primer año los flujos monetarios se hacen constantes al no existir inversión en innovación. El valor del accionista para este comportamiento o valor preestrategia se expresa en la Tabla 2.

Tabla 1. Resultados Financieros Preestrategia. Fuente: Elaboración propia, a partir de simulación del modelo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	3.793,52	3.674,40	3.674,40	3.674,40	3.674,40
- Costos	3.034,81	2.939,53	2.939,53	2.939,53	2.939,53
Margen Op	758,70	734,88	734,88	734,88	734,88
ISR	227,61	220,47	220,47	220,47	220,47
Margen DISR	531,09	514,42	514,42	514,42	514,42
+ Depreciación	12	12,00	12,00	12,00	12,00
- Incr Inv Fija	200	77,16	77,16	77,16	77,16
- Incr Cap Trab	53,11	51,44	51,44	51,44	51,44
Flujo de Caja Op	289,98	397,82	397,82	397,82	397,82

Los resultados financieros de la simulación antes de implementar la estrategia permitieron calcular el valor preestrategia. Los flujos monetarios netos producto de la operación sin implementar la estrategia durante el primer año proyectan que la empresa finalizaría con un flujo neto cercano a los 300 mil dólares lo cual se corresponde con los resultados proyectados por la empresa para el período.

Tabla 2. Valor al Accionista en la Preestrategia Fuente: Elaboración propia, a partir de simulación del modelo

CONCEPTO	VALOR MONETARIO (USD´000)
Valor presente del flujo de caja libre (VpFCF)	962,68
Valor presente del valor residual (VpVR)	623,00
Valor preestrategia	1.585,68

De acuerdo con los resultados obtenidos en el escenario pre-estrategia, se puede afirmar que el modelo constituye una buena aproximación al comportamiento de la empresa, de no implementar una política de inversión en innovación tecnológica para sus procesos y en la capacitación de su recurso humano.

4.3. Implementación de la Estrategia

Para poner en práctica la estrategia y gestionar su evolución a través del CMI, se efectúan diversas simulaciones en el modelo dinámico GIT PYMES LAT y se obtienen los resultados financieros con la estrategia seleccionada.

La idea inicial es que los únicos cambios que se introduzcan en el modelo sean la proporción a invertir en innovación, tanto en procesos (para la adquisición de equipos, herramientas, mejoras a los procesos, acciones que favorezcan el desempeño de la planta) como en capacitación del recurso humano, para así establecer el impacto en términos financieros al dedicar un monto u otro a cada renglón. Esta proporción representa por tanto la variable de decisión seleccionada y responde al objetivo estratégico de mejorar los procedimientos de inversión.

Tabla 3. Valor del Accionista para cada Escenario. Fuente: Elaboración propia a partir del modelo.

ESCENARIO	INVERSIÓN EN	INVERSIÓN (%)	VALOR AL ACCIONISTA (miles de USD)
	EN PROCESO	EN CAPACITACIÓN	
1	0	100	1640.77
2	10	90	2187.71
3	20	80	2254.07
4	40	60	2324.65
5	50	50	2239.90
6	60	40	2249.87
7	80	20	2399.46
8	90	10	2268.09
9	100	0	2171.46

Las simulaciones realizadas con el modelo permiten estimar el valor del accionista bajo las condiciones actuales de la empresa, tomando como entrada los inductores de valor aportados por

la gerencia de dicha empresa, para distintas combinaciones de montos a invertir en innovación, las cuales representan los escenarios a considerar.

Para determinar la relación de inversión en innovación más conveniente se realizaron nueve simulaciones, tomando en consideración un plazo de evaluación de cinco años. Los resultados en cuanto al valor al accionista de cada una de esas simulaciones se resumen en la Tabla 3.

En la Tabla 3 se aprecia que el valor al accionista alcanza su mejor resultado en el escenario 7, el cual representa la inversión en innovación distribuida en un ochenta por ciento para procesos y un veinte por ciento para capacitación. Esto quiere decir, que con los valores actuales de las variables o inductores de valor, o lo que es lo mismo, bajo las actuales condiciones de la organización, los mejores resultados financieros pueden obtenerse al realizar la inversión en innovación en esa proporción.

Para el escenario seleccionado como el más favorable (80% de inversión en proceso y 20% de inversión en innovación) los resultados financieros de la simulación y los cálculos del valor del accionista.

En cuanto a los elementos estructurales del modelo, para cada una de las cuatros perspectivas se seleccionan aquellas variables consideradas clave para estudiar su comportamiento, a saber: Satisfacción del cliente, Productividad, Calidad de Proceso y Capacidad de producción, nivel de experiencia, flujo de caja. A partir de las simulaciones realizadas en cada uno de los escenarios seleccionados se obtiene el comportamiento de estas variables.

En la Figura 3, a modo de ejemplo, se muestra el comportamiento gráfico de estas variables en el mejor de los escenarios (80-20). En el Apéndice F se presentan las gráficas comparativas y cuadros de resultados para todos los escenarios. Como se puede apreciar en esta gráfica el primer año de la inversión representa ajustes para cada una de las variables consideradas.

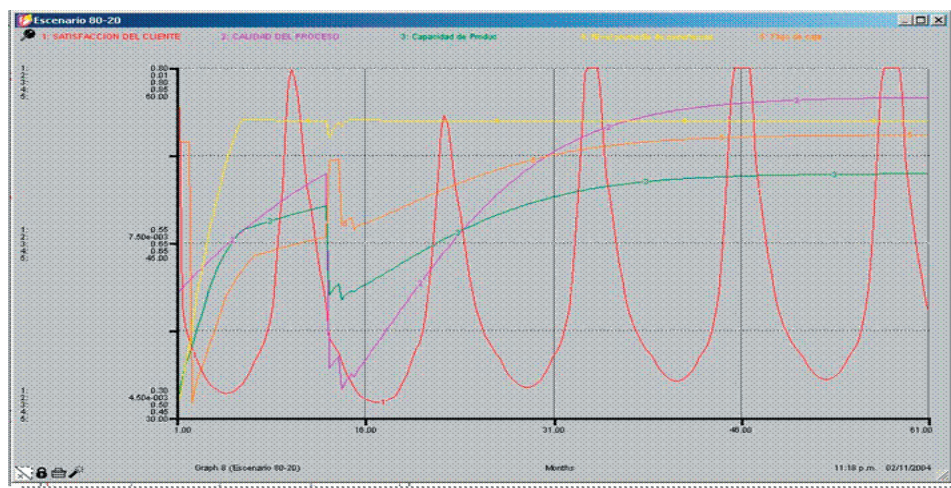


Figura 3. Comportamiento de variables clave para la gestión de la innovación tecnológica en XVEN C.A. (Escenario de inversión 80-20).

Del análisis realizado a la organización estudiada a partir del modelo GIT PYMES LAT, se desprende que la relación de inversión en innovación tecnológica en la que se aprecia un mejor

resultado, en términos de valor agregado a la organización, es en la de ochenta por ciento de inversión en procesos y veinte por ciento de inversión en capacitación (Escenario 7: 80-20). Esto significa que la prioridad de la empresa en los actuales momentos y circunstancias debe ser afianzar su tecnología de manufactura a través de la adquisición de maquinaria más avanzada, y la utilización de mejores métodos de trabajo y de proceso que disminuyan toda forma de desperdicio, como acciones clave para la innovación.

Si bien la capacitación del personal es muy importante para toda organización, en el caso estudiado, actualmente no requiere de los mayores recursos. Esto puede ser explicado a partir del tipo de empresa, ya que en ésta los procesos no son complejos y pueden ser aprendidos con poco entrenamiento por la fuerza laboral, la cual ya ingresa con un cierto nivel de experiencia o formación previa.

Otra explicación para el bajo requerimiento de inversión de capacitación es la experiencia con la que cuenta la organización, ya que actualmente el tiempo promedio de antigüedad es de 5 años y el índice de rotación de personal, está en el orden de 10%, por lo que lo requerido puede orientarse a la preparación del personal para el manejo y asimilación del cambio en la tecnología de procesos.

El comportamiento conjunto de las variables más representativas del modelo conduce a los resultados financieros globales, a partir de los cuales se determina la generación de valor de la estrategia de inversión en innovación tecnológica. Aunque se evidencia que no todas las variables son muy sensibles a los cambios en la tasa de inversión, se puede asegurar que su actuación conjunta tiene impacto en estos resultados.

Las variables más afectadas por la innovación producto de la inversión en procesos en son las del desempeño esperado de la planta, específicamente, los resultados de producción, medidos en la capacidad de producción y calidad de proceso, en la perspectiva de procesos internos. Estos resultados afectan directamente la atención de la demanda y por tanto el factor de servicio y en consecuencia la satisfacción del cliente.

Menos sensibles a la inversión en innovación tecnológica se comportan las variables nivel de experiencia y por tanto, productividad, pero en condiciones extremas de dedicar todos los recursos a la inversión de procesos, se tendría efectos perjudiciales en cuanto a la capacidad de proceso, la productividad y la satisfacción al cliente. Lo que hace evidente para esta empresa la necesidad de invertir modestamente en capacitación del personal.

A partir de este análisis se comprueban varias de las relaciones planteadas en el diagrama causal del modelo GIT PYMES LAT, presentado en la Figura 4, y para el caso el lazo dominante es el que refleja el impacto que la inversión en innovación en proceso tiene en el desempeño de la planta a través de la mejora en la calidad y capacidad de los procesos, y de estos en la producción y ventas y por ende en los beneficios.

5. Conclusiones

A partir del problema planteado, los aportes teóricos y los antecedentes del tema, se desarrolla un modelo de gestión de la innovación tecnológica, adaptado a las características de las pymes en los países en desarrollo, específicamente validado en una empresa del sector manufacturero venezolano. Dicho modelo considera en forma integrada y sistémica los diversos aspectos internos que intervienen en el proceso, atendiendo las perspectivas de un cuadro de mando integral, y constituye una herramienta de apoyo de las decisiones gerenciales en ese campo para

el desarrollo de una estrategia innovadora orientada a los procesos.

Al desarrollar y probar el modelo de gestión de la innovación tecnológica en pymes manufactureras latinoamericanas, tomando en cuenta sus particulares características y necesidades del sector, se verifica que estas empresas pueden, a partir de sus propias posibilidades, introducir innovaciones que se traducen en mejoras de su desempeño. El modelo permite la evaluación de la gestión de innovación, basándose en los principios de la gerencia de valor. Igualmente, proporciona un sistema para la toma de decisiones de las acciones que estimulen la generación e implementación de innovaciones en la empresa en sintonía con la estrategia del negocio, a través del uso de la dinámica de sistemas.

Referencias

- Akkermans, H.; K. Oorschot, (2002). Developing a Balanced Scorecard with System Dynamics, Proceedings de la 2002 System Dynamics Conference, Palermo, Italia., July.
- Andriani, C.; Biasca, R.; Rodríguez, M. (2003). Un Nuevo Sistema de Gestión para Lograr PYMES de Clase Mundial. Grupo Editorial Norma.
- Escorsa, P.; Valls, J. (1997). Tecnología e Innovación en la Empresa: Dirección y Gestión. Barcelona: Ediciones UPC.
- Kaplan, R.S.; Norton, D.P. (2000). Cuadro de Mando Integral: The Balanced Scorecard. (2ª ed.). Barcelona: Gestión 2000.
- Khalil, T. (2000). Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation. USA: McGraw-Hill.
- Martin, J. (2002). Desarrollo Sostenible de Empresas Innovadoras. Área de Dinámica de Sistemas. Curso On-line de Creación de Modelos de Simulación. Universidad Politécnica de Catalunya. <http://www.geocities.com/martin3162/musica.html> (15 de junio de 2003).
- Martin, J. (2003). Teoría y Ejercicios Prácticos de Dinámica de Sistemas. Barcelona: Juan Martin García Ed.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD. (1997). Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data, Oslo Manual. (2ª ed.). Paris: European Commission Eurostat.
- Ortiz, F., Modelo de Gestión de la Innovación Tecnológica en Pymes. (2004). Tesis doctoral, Universidad Anáhuac, Centro de Alta Dirección en Ingeniería y Tecnología, México.
- Quartey, P. (2001). Regulation, Competition and Small and Medium Enterprises in Developing Countries, Centre on Regulation and Competition, Working Paper Series, University of Manchester, Retrieved 15/2/2004 World Wide Web, <http://idpm.man.ac.uk/crc/>.
- Read, A. (2000). Determinants of successful organisational innovation: a review of current research. Journal of Management Practice, 1 (3), pp. 95-119.
- Reed, F.M.; Walsh, K. (2000). Technological innovation and the Small Manufacturing Supplier, Working Paper 491 to be presented at the British Academy Of Management Millennial Conference, (BAM), Edinburgh.

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, RICYT. (2001). Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá. RICYT/OEA/CYTED/COLCIENCIAS/OCYT. Extraído el 13 de Febrero de 2004. <http://www.science.oas.org/RICYT/Novedades/PubRICYT/manualdebogota.pdf>

Stermann, J. (2002), *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. USA: McGraw-Hill.

Quijano, J. (1997). Oportunidades de la innovación en micro, pequeña y mediana empresa. *Revista Capítulos, SELA Cambios estratégicos en las políticas industriales* Edición No, 51 Julio - Septiembre.

Viana, H.; Cervilla, M.A. (1997). *Tecnología y Competitividad en la Industria Manufacturera Venezolana: Actualización del Estudio de Capacidad Tecnológica de la Industria Manufacturera Venezolana*. Fondo Editorial FINTEC.