



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Análisis estratégico de la industria colombiana de software a partir de la simulación de escenarios de competencia utilizando Dinámica de Sistemas

Diana Catalina Lopera Carmona

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Medellín, Colombia

2012

Análisis estratégico de la industria colombiana de software a partir de la simulación de escenarios de competencia utilizando Dinámica de Sistemas

Diana Catalina Lopera Carmona

Trabajo Final de Maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Ingeniería Administrativa

Director:

Ph.D. Jorge Robledo Velásquez

Línea de Investigación:

Innovación y Gestión Tecnológica

Grupo de Investigación:

Innovación y Gestión Tecnológica

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Medellín, Colombia

2012

Agradecimientos

A Colciencias y la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín por la financiación del proyecto “Modelamiento y simulación de estrategias de innovación para el crecimiento de la industria colombiana de software y su ingreso al mercado exportador”, del cual hace parte este trabajo.

Al profesor Jorge Robledo Velásquez, por sus aportes, orientación, y desinteresado apoyo durante la realización de este trabajo.

A los integrantes del equipo del proyecto de investigación, quienes compartieron sus ideas y conocimientos para el desarrollo de un espacio de aprendizaje, de manera muy especial a María Luisa Villalba por su aporte a este trabajo con el desarrollo del modelo de simulación.

A mi familia y amigos por su apoyo incondicional.

Resumen

La industria colombiana de software es una industria con alto potencial de crecimiento; sin embargo, su desempeño no es comparable con el de empresas internacionales y, por tanto, pierde competitividad en el mercado local y extranjero. El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento de las empresas colombianas de software en un mercado en el que grandes empresas extranjeras tienen ventaja competitiva y proponer orientaciones de estrategia de innovación para mejorar su desempeño. Este objetivo se aborda mediante la aplicación de un modelo de Dinámica de Sistemas, en el cual se contempla el fenómeno de acumulación de capacidades de innovación tecnológica y la difusión de productos estandarizados. Como resultado de las simulaciones se obtiene un conjunto de orientaciones estratégicas de innovación para promover la competitividad y el crecimiento de la industria colombiana de software en el mercado internacional.

Palabras clave: Modelo de simulación, estrategia de innovación, industria del software, capacidades de innovación, Dinámica de Sistemas, difusión de productos.

Abstract

The Colombian software industry is an industry with high growth potential, but its performance is comparable with international companies and therefore less competitive in the local market and abroad. The aim of this paper is to analyze the behavior of software Colombian companies in a market where large foreign companies have a competitive edge and to propose guidelines for innovation strategy to improve performance. This objective is addressed through the implementation of a system dynamics model, which provides for the phenomenon of accumulation of technological innovation capabilities and dissemination of standardized products. As a result of the simulations we obtain a set of strategic guidelines to promote innovation, competitiveness and growth of software industry in Colombia in the international market.

Keywords: simulation model, innovation strategy, the software industry, innovation capabilities, system dynamics, distribution of products.

Contenido

	<u>Pág.</u>
Agradecimientos	III
Resumen	IV
Abstract.....	V
Introducción	1
1. La industria del software	3
2. Dinámica de Sistemas y análisis estratégico	9
3. Estrategias de Innovación	12
4. Capacidades de innovación tecnológica.....	18
4.1 Capacidad de Direccionamiento Estratégico.....	19
4.2 Capacidad de I+D.....	20
4.3 Capacidad de producción	20
4.4 Capacidad de Mercadeo.....	21
4.5 Capacidad de Gestión de Recursos.....	21
4.6 Capacidad de Aprendizaje Organizacional	22
4.7 Capacidad Organizativa.....	22
4.8 CIT para la industria colombiana de software	22
5. Simulación del caso colombiano	25
5.1 El modelo de simulación	25
5.2 Escenarios y resultados de simulación del caso colombiano	33
5.2.1 Escenario base	36
5.2.2 Escenario 1	39
5.2.3 Escenario 2	41
5.2.4 Escenario 3	43
5.2.5 Escenario 4	45
5.2.6 Resumen de resultados de simulación.....	47
6. Conclusiones y recomendaciones.....	49
Referencias.....	53

Introducción

La industria del software es una industria intensiva en conocimiento, que posibilita la modernización de los procesos productivos, propicia el uso de habilidades laborales sofisticadas y conduce a la producción de bienes con mayor valor agregado (Arora & Gambardella, 2005). En Colombia es considerada una industria con potencial de clase mundial en las políticas de promoción industrial del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008). Por su parte, la Federación Colombiana de la Industria del Software (Fedesoft), en estudios realizados sobre el sector de software colombiano, concluye que es un sector de alto crecimiento y gran dinamismo (Fedesoft, 2008), confirmando el potencial de la industria; “el crecimiento del sector en términos de la generación de empleos se comprueba asumiendo un costo promedio por empleado en la industria de 3.5 millones de pesos por mes, lo cual resulta en 14.304 empleos en el año 2005 frente a un total del 25.272 empleos en el 2009, representando un crecimiento en 4 años del 77%” (Fedesoft, 2011, p. 8). Sin embargo, su desempeño no es comparable con el crecimiento y dinamismo internacional de las empresas de software de la India, Irlanda e Israel (denominados “3I”), Brasil y China. Según Arora y Gambardella (2005), este desarrollo depende en gran medida de los esquemas de innovación que sean aplicados a sus procesos, productos y servicios, para establecer niveles de competitividad a la escala de las grandes industrias internacionales (Arora & Gambardella, 2005).

La clave del crecimiento de una industria como la del software es su dinamismo innovador; por ello, para lograr desempeños adecuados, es necesario formular e implementar las estrategias de innovación correctas. La importancia de este tipo de estrategias emerge de la presión del mercado, puesto que las empresas optan por la generación de ventajas competitivas a través del desarrollo de innovaciones

tecnológicas, que son la fuente principal de la ventaja competitiva (Prahalad & Hamel, 2006; Cruz, 2007).

Por lo anterior, se concluye que si la industria colombiana de software desea acelerar su crecimiento y consolidación, es necesario formular e implementar estrategias de innovación exitosas en la industria, lo cual exige mecanismos de análisis estratégico que faciliten su orientación y la evaluación de sus resultados. Uno de estos mecanismos es la simulación, una alternativa de alto potencial frente al abordaje metodológico tradicional del análisis estratégico.

Este documento se estructura de la siguiente manera: el capítulo 1 resume el estado del arte del conocimiento sobre de la industria del software; el capítulo 2 muestra la relación existente entre Dinámica de Sistemas y estrategia; el capítulo 3 muestra el marco conceptual de las estrategias de innovación; en el capítulo 4 se definen las capacidades de innovación tecnológica; en el capítulo 5 se presenta el modelo de simulación empleado en este estudio, los escenarios y los resultados de la simulación de la industria colombiana de software. En el capítulo 6 se presentan las conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro.

1. La industria del software

Una de las principales características de la industria del software es que tiene un gran componente de conocimiento, por lo que requiere un alto desempeño en investigación, desarrollo tecnológico y formación de personas capaces de producir conocimiento y soluciones acordes a las necesidades de todo tipo de organizaciones que lo requieran (Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008).

En Colombia, esta industria tiene el potencial para convertirse en un sector económico importante para el país, capaz de satisfacer gran parte de la demanda interna de los servicios de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) asociados y conquistar mercados internacionales. Por ser un sector transversal a cualquier actividad económica, es considerado estratégico para que otros sectores de la economía sean más eficientes y organizados, posibilitando procesos más ágiles, facilitando la comunicación y propiciando la reducción de costos operacionales; de esta manera, es más probable que nuestras organizaciones logren mayores niveles competitivos en los mercados globales. Sin embargo, actualmente la industria colombiana de software es poco especializada, orientada al mercado local y enfocada en la comercialización y soporte de software empaquetado, desarrollo de software a la medida, consultoría e integración de sistemas (Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008).

En el mercado internacional, los países miden sus fortalezas para competir en la industria de TIC en seis dimensiones: costo, recurso humano, infraestructura, ambiente de negocios, riesgo y madurez de la industria (Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008). En estas dimensiones, la industria de países como India, Irlanda e Israel tiene ventajas competitivas de las que carecen países como Colombia; en consecuencia, las empresas colombianas tienden a mostrar bajos niveles de desempeño relativos al promedio de la industria global. Según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo(2008), superando grandes brechas en la disponibilidad de recurso humano y

madurez de la industria, Colombia podría convertirse en un jugador relevante en TIC gracias a sus fortalezas respecto a costos, infraestructura y ambiente de negocios.

En la Agenda Interna para la Productividad del Sector Software (Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 2007), se plantea que es prioritario definir una estrategia para ampliar la presencia del sector a nivel internacional y posicionar la industria. La forma y los medios con los cuales los empresarios colombianos pueden llegar al mercado externo los define el mismo mercado. Por lo tanto, hay que estudiar las tendencias de la demanda mundial de software y de servicios asociados e identificar las brechas entre ésta y la oferta de la industria colombiana.

La industria de software se encuentra naturalmente segmentada entre productos y servicios, aunque en general hay una combinación de las dos modalidades. Las principales ramas de negocios son (CEPAL, 2009):

El software como producto. También llamado paquete de software, se trata de una aplicación preparada previamente, que sirve a un conjunto amplio de clientes. En este segmento, la competitividad se define por la capacidad de desarrollo técnico y de comercialización masiva de productos. Las inversiones necesarias para desarrollar y lanzar un nuevo producto son elevadas y el retorno depende de su aceptación. Permite ganancias crecientes a escala y puede ser reproducido prácticamente sin costo. Sin embargo, la producción y comercialización exitosa del software como producto presupone la existencia de una base de consumidores lo suficientemente amplia para dividir los altos costos de desarrollo. El tamaño de la base de mercado de determinado producto de software genera efectos positivos de red en modelos tecnológicos estándar que emplean los usuarios (feedback positivo), lo cual refuerza todavía más el poder de mercado de empresas ya establecidas. Una de las principales barreras de esta tendencia es la difusión del software libre; esta amenaza potencial depende de varios factores, incluida la evolución tecnológica. Además, con la introducción de innovaciones en generaciones sucesivas perfeccionadas, los productos tienen ciclos de vida cada vez más cortos. Finalmente, las fusiones y adquisiciones de empresas de productos complementarios acentúan las fuertes barreras a la entrada de nuevas empresas en este segmento (CEPAL, 2009).

Los servicios de tecnologías de la información (TI). Estos servicios han adquirido creciente importancia económica en los últimos años debido a la posibilidad de ampliar el alcance de las actividades ofrecidas al usuario. Los servicios de TI más tradicionales son la consultoría; las actividades de desarrollo de aplicaciones (software por pedido o software a la medida); los servicios de atención al cliente, tales como mantenimiento, capacitación e integración; y los servicios de búsqueda, bancos de datos, etc. (CEPAL, 2009).

Arora y Gambardella, en el estudio realizado sobre la industria del software en el 2005, reportan que para el año 2002, empresas de software exitosas de India, Irlanda, Israel, China y Brasil, habían tenido un crecimiento significativo en el mercado internacional (Arora & Gambardella, 2005).

Para el año 2007, el tamaño de la industria era de US\$750,000 millones y se esperaba que mantuviera un crecimiento del 7% para servicios y del 8% para software empaquetado, de manera que el mercado objetivo al que podían apuntar industrias emergentes como la colombiana era de US\$206,000 millones para servicios y US\$90,000 millones en el segmento de software empaquetado (Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008). Simultáneamente, se observa un incremento en la participación de países en desarrollo que han penetrado de manera significativa nuevos mercados internacionales, entre los que se destacan las “3I” (India, Irlanda e Israel), Brasil y China (Arora & Gambardella, 2005).

Las cifras a nivel mundial muestran la brecha existente respecto a la inversión en los componentes de software y servicios relacionados de Colombia frente a otros países. Esta brecha se da porque puede que no existan suficientes aplicaciones que permitan satisfacer las necesidades de los empresarios de otros sectores o, en su defecto, no existe una demanda suficiente por aplicaciones. Para cerrar la brecha y alcanzar los niveles de inversión en Tecnologías de la Información respecto al PIB de los países de Latinoamérica, se necesita aumentar la inversión en software y servicios relacionados en un billón de pesos por año. Estos retos brindan sustento para una mayor participación de las regalías en investigación y desarrollo tecnológico, en particular de software (Fedesoft, 2010).

Las estrategias para penetrar el mercado internacional de software y servicios informáticos son variadas, tal como surge al analizar las mencionadas experiencias exitosas de los países “3I”, los cuales muestran tendencias contrastantes en materia de orientación de mercado, patrones de especialización y tipo de agentes empresarios dominantes. Si bien las condiciones y los instrumentos de política que pueden favorecer el éxito de los distintos modelos de negocios factibles dentro de este sector son, en cierta medida, específicos a cada modelo, hay algunos elementos que han estado presentes en la mayor parte de los casos exitosos (López, 2003), incluyendo:

- el despliegue de “estrategias” (guiadas por instituciones públicas o privadas según el caso) que han enmarcado el desarrollo sectorial;
- la construcción de una red de vínculos y de una “reputación” en los mercados internacionales;
- el acceso a una moderna infraestructura informática y de telecomunicaciones;
- la difusión de sistemas de calidad;
- la disponibilidad de financiamiento (en particular para los start-ups); y,
- obviamente, una importante acumulación de capital humano.

Para el crecimiento y consolidación de la estrategia exportadora de la industria del software es fundamental la conformación de una sólida oferta que pueda satisfacer no sólo en calidad sino también en cantidad las demandas a nivel global. Por lo tanto, la definición de un perfil de especialización de la industria, la implementación de prácticas asociativas entre empresas –que capitalicen las ventajas individuales de las firmas- y el desarrollo de la cadena de valor del sector son todos aspectos muy importantes para el crecimiento de la industria del software (López, 2009, p. 91).

López (2009) en el estudio de la industria del software del Mercosur, propone que el objetivo de consolidar una industria regional es ambicioso, pero se podrían obtener beneficios para los países miembros si se suman esfuerzos, saberes y capacidades tecnológicas, para conformar una oferta más completa y sofisticada y con mayores posibilidades de insertarse en cadenas globales de valor dentro de la industria de software internacional. (López, 2009, p. 24)

“En este sentido, las asociaciones para desarrollar proyectos conjuntos de I+D, explorar terceros mercados, acrecentar la oferta de productos y servicios complementando capacidades y/o llevar a cabo procesos de certificación de calidad, la coordinación de actividades en el ámbito educativo o la implementación de mecanismos conjuntos de financiamiento para las empresas del sector podrían ser todas alternativas para comenzar a explorar el hasta ahora poco desarrollado camino de la complementación dentro de la industria de software del MERCOSUR” (López, 2009, p. 24).

De este modo, estudiar y proponer estrategias para el crecimiento de la industria colombiana de software, relacionadas con el proceso de acumulación de capacidades empresariales de innovación, es un aporte importante para un sector que está en crecimiento y que tiene capacidades sin explotar para competir en mercados internacionales. Además, los gremios y entidades gubernamentales tienen un gran interés en apoyar proyectos de investigación que contribuyan a generar un mayor conocimiento sobre la dinámica competitiva de la industria de software, las políticas de competitividad y las estrategias empresariales.

2. Dinámica de Sistemas y análisis estratégico

La Dinámica de Sistemas ha sido aplicada al estudio de la estrategia y el crecimiento de los negocios, enfocada en la dinámica de crecimiento de los mercados, la dinámica industrial, estrategia y crecimiento de negocios (Forrester, 1968; Warren, 1999; Sterman, 2000; Gary, Kunc, Morecroft, & Rockart, 2008). En estos estudios se demuestra que los modelos de Dinámica de Sistemas posibilitan una visión estratégica de los negocios, concentrándose en capturar los mecanismos de retroalimentación y de retardo que controlan el comportamiento estructural del sistema, de modo que aporten conocimiento para la toma de decisiones (Sterman, 2000).

La Dinámica de Sistemas es un método de simulación utilizado para la construcción de modelos de sistemas complejos, tal como los que se encuentran en los negocios y otros sistemas sociales. Las características principales de estos sistemas son la participación de muchos agentes, diferentes áreas de conocimiento y cambios en el tiempo (Gary et al., 2008). Estas características las encontramos en el comportamiento dinámico y crecimiento de la industria del software, tanto a nivel global como en el caso colombiano, por lo que se propone un estudio con un abordaje de modelamiento y simulación mediante Dinámica de Sistemas, aproximación que ha demostrado ser bastante exitosa al revelar importantes relaciones y principios de los fenómenos analizados a partir de modelos relativamente simples (Robledo & Ceballos, 2008).

Respecto a los modelos para representar dinámicas de innovación, uno de los referentes clásicos de la literatura es Bass (1969), quien propone un modelo de difusión de la innovación que supone un mercado potencial o población de adoptadores potenciales, los cuales adoptan la innovación en el tiempo en función de sus características innovadoras e imitadoras. Este modelo ha sido la base de críticas y mejoras por parte de autores como Chanda & (2008), Maier (1998) y Norton & Bass (1987), quienes han propiciado el desarrollo de dicho modelo respecto a la variación en el tiempo del mercado

potencial, la sustitución de productos, la introducción de varias generaciones de productos y el ajuste dinámico de los coeficientes de innovación e imitación.

Por su parte, la investigación en Dinámica de Sistemas ha hecho numerosas contribuciones en áreas de gestión como Investigación de Operaciones, Comportamiento Organizacional, Marketing, Toma de Decisiones y Estrategia. Los investigadores de Dinámica de Sistemas se han interesado en la conexión de la diversidad en la toma de decisiones y el desempeño de las empresas a través del tiempo para hacer frente a la decisión de invertir en los recursos o estrategias asociados con el éxito competitivo de la organización (Gary et al., 2008).

En particular, los modelos de Dinámica de Sistemas son herramientas eficaces para apoyar el análisis estratégico de los negocios. Permiten a las empresas considerar las interacciones entre todas las partes del negocio, así como las interacciones con los competidores y clientes, y desarrollar estrategias que verdaderamente cuentan para orientar la dinámica de la organización en la dirección adecuada. Además, proporcionan un medio eficaz para la comunicación y la creación de consensos dentro de un equipo de gestión. Sin embargo, para desarrollar el potencial de los modelos de Dinámica de Sistemas en la toma de decisiones estratégicas, los modelos requieren ser detallados y calibrados. Estos modelos deben corresponder a las líneas de negocio y los enfoques de planificación de la organización, proporcionar una evaluación exacta de los costos de las compensaciones y beneficios de estrategias alternativas, y permitir que los resultados sean más fáciles de vender a los demás (Lyneis, 1999).

Específicamente en el caso de la industria colombiana de software, se han explorado varios modelos de gestión de la innovación. Pérez y Robledo (2011) proponen modelos que permite analizar la competencia entre dos empresas que difieren en su tiempo de entrada al mercado (una pionera y otra de ingreso tardío), incluyendo múltiples generaciones de producto, externalidades de red e inversión en I+D. El estudio de Aguirre (2010a) analiza, para la industria local, la relevancia de cada una de las capacidades de innovación tecnológica y propone una metodología para medir y evaluar tales capacidades y su impacto en el desempeño de las firmas de software de países de ingreso tardío al mercado mundial (Aguirre, 2010). Por su parte, Palomino (2011) ha

puesto en evidencia, a través de la Dinámica de Sistemas, la interacción de las capacidades de innovación y las ventajas comparativas de Colombia, así como su efecto positivo sobre el mercado, incrementando las ventas internacionales y los beneficios de la firma. Osorio et al (2011) trabajaron en un modelo de simulación del sistema sectorial de innovación de la industria colombiana de software basado en economía evolucionista para analizar las oportunidades y estrategias de negocio, que permita evaluar escenarios donde las empresas entrantes tienen las condiciones para ser viables y sostenibles. Finalmente, Villalba (2012) propone un modelo de simulación adaptado para simular el impacto de la competencia y cooperación entre empresas colombianas y multinacionales de la industria del software. En todos los anteriores trabajos, los autores sugieren orientaciones de política pública y/o estrategia empresarial, para mejorar la competitividad de la industria colombiana de software e impulsar su crecimiento con base en la conquista de mercados internacionales.

3. Estrategias de Innovación

La competitividad empresarial es un fenómeno multifactorial de dinámica compleja, que se basa en las competencias medulares que las organizaciones logran acumular en el tiempo con base en estrategias adecuadas (Teece, Pisano, & Shuen, 1997). Sin embargo, formular e implementar estrategias para acumular competencias que conduzcan al éxito empresarial es un enorme reto para los gerentes, debido al volumen y a la complejidad de los factores que deben conciliarse, el rápido ritmo de cambio en el entorno empresarial, la competencia feroz y las exigencias de los clientes. Los gerentes deben desarrollar y cultivar competencias para percibir y analizar las relaciones entre sus organizaciones y el entorno empresarial como un sistema complejo, adaptativo y dinámico que contiene no linealidades, inercia, retrasos y bucles de retroalimentación en red. Con el fin de abordar estas cuestiones, los gerentes necesitan herramientas adecuadas para desarrollar los paradigmas de pensamiento y aprendizaje que les permitan alcanzar una perspectiva más integral y dinámica de los problemas a enfrentar (Fowler, 2003).

La efectividad estratégica requiere una visión holística de la organización y su entorno competitivo, con énfasis en los procesos del negocio completo para evitar la suboptimización funcional. Esto requiere un enfoque de trabajo en equipos multidisciplinarios y un imaginativo sistema de vigilancia y análisis. Por otra parte, es deseable estudiar el carácter complejo de la organización y aplicar modelos conceptuales en las actividades de análisis y toma de decisiones, generando un cambio de paradigma, desde una perspectiva lineal, secuencial y estacionaria, a una que se adapte a la no linealidad, las relaciones en red y el comportamiento dinámico de los sistemas organizacionales (Fowler, 2003)

Gary et al. (2008) argumentan que el campo de la estrategia está cada vez más interesado en la comprensión de los procesos dinámicos que dan lugar a diferencias en el desempeño de la empresa a través del tiempo, y en cómo la heterogeneidad en la

toma de decisiones gerenciales influye en estos procesos. Esto crea una gran oportunidad para la investigación en Dinámica de Sistemas, de hacer contribuciones en la intersección de la amplia gama de disciplinas representadas en el campo de la estrategia, mediante el desarrollo de explicaciones de los patrones de desempeño exhibidos por las poblaciones de empresas (Gary et al., 2008).

Al tratar de construir y mantener una ventaja competitiva, los gerentes deben desarrollar estrategias que tengan en cuenta los posibles cambios futuros que se presenten de acuerdo a las circunstancias, por lo que es necesario establecer líneas base que ayuden a comprender y tomar el control de los resultados de las empresas (Warren, 1999).

En particular, respecto a las estrategias de innovación y como un instrumento de análisis, la clasificación propuesta desde hace varias décadas por Freeman (1982) ha sido ampliamente utilizada en la literatura sobre el tema y aún conserva plena vigencia. Dicha clasificación define los siguientes tipos de estrategia de innovación (Robledo, 2010b):

Estrategia Ofensiva: Esta estrategia está diseñada para alcanzar el liderazgo técnico y de mercado, buscando estar delante de los competidores en la introducción de nuevos productos. Esta estrategia es posible cuando la firma puede acceder de manera exclusiva o preferencial a nuevo conocimiento científico y tecnológico y es capaz de convertir tal conocimiento en una innovación tecnológica (liderazgo tecnológico) (Robledo, 2010b).

En este tipo de estrategia se identifican aspectos importantes que se ven reflejados en variables significativas en los modelos de simulación:

- Alta acumulación de capacidades tecnológicas.
- Altas inversiones en I+D.
- Vinculación y capacitación de personal científico y técnico altamente especializado.
- Altos costos en la promoción del producto y en la educación del usuario en el mercado.
- Fuertes relaciones con el sistema de ciencia y tecnología y centros externos de investigación.

Estrategia Defensiva: La estrategia del innovador defensivo no explota los fracasos de los pioneros, sino sus éxitos; las empresas que aplican estas estrategias son seguidoras tempranas del líder tecnológico. Esta estrategia está basada en la política de evitar los riesgos inherentes a una innovación tecnológica radical y explotar la experiencia que posee la empresa en otras funciones, como el marketing, la fabricación o las finanzas. La principal característica de las empresas defensivas es su capacidad de imitar las innovaciones realizadas por los líderes en corto tiempo; por lo tanto, es importante poseer una cierta capacidad de I+D, aunque haga uso también de acuerdos de licencia y know-how (Robledo, 2010b).

Estrategia Imitativa: Esta estrategia se caracteriza por introducir innovaciones con un retraso significativo frente a los líderes. Usualmente, estas empresas no hacen I+D, pero requieren de capacidades tecnológicas en sus funciones de ingeniería, producción y servicios técnicos, para lo cual es altamente relevante el aprendizaje a través de la vinculación de técnicos, la capacitación y el entrenamiento de personal. La transferencia tecnológica y el aprendizaje tecnológico son significativos para el dominio de ciertas tecnologías de producto y de proceso. Con frecuencia, las empresas que siguen este tipo de estrategia son entrantes tardías (*late entrants*) a los mercados en que ya compiten las empresas líderes y sus seguidores tempranos (Robledo, 2010b).

Estrategia Oportunista: Las empresas que siguen esta estrategia identifican nichos de mercado sin explotar y se mueven rápidamente para aprovechar las oportunidades de negocio emergentes. La capacidad competitiva de estas empresas reside no tanto en su capacidad tecnológica o productiva, como en su capacidad para identificar los nichos de mercado y responder rápidamente a la oportunidad. La posición competitiva es frágil y su éxito en el mercado se puede agotar rápidamente ante la competencia de empresas que concurren al nicho atraídas por los resultados obtenidos (Robledo, 2010b).

Estrategia Dependiente: Bajo esta estrategia, las empresas son fuertemente dependientes de la iniciativa de otras empresas, usualmente más grandes y desarrolladas tecnológicamente, a las cuales sirven como proveedores. La innovación es inducida por la empresa cliente, quien puede también proveer asistencia técnica para introducir la innovación. Con esta estrategia nacen relaciones cliente-proveedor fuertes y productivas, con beneficios mutuos para ambos tipos de empresas. Las relaciones de dependencia comercial y tecnológica de los proveedores respecto a sus clientes se

pueden superar poco a poco, dando lugar a empresas más autónomas tecnológicamente y con mercados más diversificados (Robledo, 2010b).

Estrategia Tradicional: Las empresas tradicionales se caracterizan porque sus productos no cambian o cambian muy poco; por lo general son cambios estéticos, generados por tendencias de moda, presentación de los productos o de su forma de suministro. Son empresas con bases científicas deficientes o nulas, se apoyan en el conocimiento tradicional y las habilidades artesanales o artísticas. Estas empresas tienden a competir con base en su capacidad para identificar y satisfacer los gustos de sus clientes, por la favorable relación precio/calidad de sus productos, por su localización o por otros factores estáticos (Robledo, 2010a).

El Departamento Nacional de Planeación plantea tres estrategias sectoriales a desarrollar para fortalecer la industria de software en el país (Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 2007):

1. Internacionalización del sector de software y servicios asociados. Pretende ampliar los mercados para fortalecer la industria, aumentar las ventas y posicionar la cadena productiva a nivel internacional. Se plantea la necesidad de construir un sistema de inteligencia competitiva y de vigilancia tecnológica para identificar los subsectores prioritarios y definir y reorientar los programas de formación técnica y universitaria de acuerdo a las necesidades del mercado.
2. Fortalecimiento de la productividad del sector software y servicios asociados. Las empresas nacionales deben alcanzar niveles de competitividad iguales o mejores a los de la competencia internacional. Dentro de esta estrategia se identifica la necesidad de desarrollar políticas públicas para fomentar la industria, enfocar la producción en subsectores específicos, modernizar las compañías, y promover la cultura de investigación y desarrollo. Para implementar esta estrategia se contemplan ocho aspectos asociados a la competitividad de las empresas:
 - El fomento a la innovación, como uno de los elementos que asegurará el éxito de la industria.
 - La ampliación y el mejoramiento de la infraestructura y las herramientas tecnológicas de la cadena.

- La revisión de la estructura impositiva, ya que ésta puede ser una herramienta efectiva para promover la industria del software.
 - La disponibilidad de una mano de obra altamente calificada, que constituye un incentivo para la creación de empresas en el sector.
 - La creación de líneas de crédito cuyos requisitos sean consecuentes con las características especiales del sector y el establecimiento de sistemas de garantías eficientes que avalen los proyectos nuevos.
 - El fortalecimiento de la política de Propiedad Intelectual, con el fin de potenciar el impacto del Sistema de Propiedad Intelectual sobre la competitividad y la productividad del país y sus empresas. Su principal estrategia es estimular la generación de conocimiento combatiendo la piratería y logrando niveles óptimos de protección y respeto de los Derechos de Propiedad Intelectual.
 - La adaptación de los sistemas de gestión de calidad, contables y otros que fortalezcan los procesos de la cadena productiva.
3. Posicionamiento en el mercado interno. La estrategia define una serie de actividades que tienen como fin posicionar el software colombiano y los servicios asociados a nivel nacional. Para esto, es necesario sensibilizar a los empresarios para que adopten tecnologías de información como herramientas para mejorar la competitividad y productividad en sus empresas.

De lo antes expuesto, es claro que la literatura especializada y las propuestas de política pública para el desarrollo de la industria identifican un conjunto amplio de factores que afectan su competitividad. Entre estos y para efectos del presente trabajo, se diferencian aquellos factores asociados a variables que pueden ser afectadas por decisiones estratégicas, de otros más relacionados con ventajas comparativas estáticas que tienen que ver con la localización geográfica, la abundancia de mano de obra y los recursos naturales, cuya dinámica no depende de decisiones gerenciales. Esta diferenciación lleva a identificar las siguientes variables clave para explicar la competitividad y crecimiento de la industria de software, y que serán recogidas en la propuesta de modelo de Dinámica de Sistemas que se presenta a continuación, como base para hacer contribuciones al análisis estratégico de la industria:

- Un conjunto de inversiones clave (I+D, Talento Humano y mercadeo) que llevan a la acumulación de capacidades de innovación
- El tiempo de lanzamiento de nuevas generaciones de producto
- La estrategia de precios

4. Capacidades de innovación tecnológica

En el contexto de la innovación, la literatura especializada hace referencia a las capacidades organizacionales, las capacidades dinámicas y las capacidades de innovación tecnológica. En este capítulo se hará una aproximación a estos conceptos para luego profundizar en las capacidades de innovación tecnológica como enfoque principal de este trabajo.

Desde la perspectiva de los recursos y capacidades, las capacidades organizacionales son las habilidades que posee la organización para llevar a cabo sus actividades productivas de una manera eficiente a través del despliegue, combinación y coordinación de recursos y competencias por medio de los procesos de creación de valor. Estas capacidades deben estar orientadas a lograr las metas definidas en las políticas definidas para adaptar la organización al entorno cambiante. Así, la empresa desarrollará productos o procesos innovadores mediante la combinación y el empleo de sus recursos y capacidades internos, adoptando un papel central en la generación de tecnología (Robledo et al., 2011).

Otro concepto importante es el de las capacidades dinámicas, que se pueden definir como la capacidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas para hacer frente a los cambios del entorno; estas capacidades expresan la capacidad de una organización para lograr nuevas e innovadoras ventajas competitivas y posiciones en el mercado. También hacen referencia a las rutinas organizativas y estratégicas a través de las cuales las empresas logran nueva configuración del recurso por la evolución del mercado. En este orden de ideas, el desarrollo de capacidades dinámicas posibilita a la organización innovadora formular e implementar exitosamente estrategias orientadas a la innovación, buscando construir ventajas competitivas duraderas. Esto le permite a la organización responder ante los retos del mercado con mayor acierto y flexibilidad (Robledo et al., 2011).

Las capacidades de innovación, que hacen parte de las capacidades organizacionales, han tenido diferentes enfoques y definiciones en la literatura especializada, siendo imposible identificar una definición unificada de las mismas. De manera generalizada, las capacidades de innovación hacen referencia al conjunto de habilidades y conocimientos que tienen las organizaciones para obtener competitividad en un mercado determinado. Robledo et al. (2008) definen las capacidades de innovación tecnológica (CIT) con base en las capacidades organizacionales de la empresa, como las “capacidades genéricas y específicas que posee la empresa para producir innovaciones como resultado de la gestión estratégica u operativa de la organización” (Robledo et al., 2008).

Robledo et al. (2011) en su trabajo proponen un modelo conceptual para medir y evaluar las capacidades de innovación tecnológica; este modelo integra conceptos de capacidades de innovación desarrollados por Nadler & Tushman (1997) y por Guan & Ma (2003), Yam et al. (2004) y Wang, Lu, & Chen (2009).

Las capacidades de innovación tecnológica (CIT) son un concepto complejo, elusivo y con mucha incertidumbre, que es difícil de determinar y cuya medición requiere considerar simultáneamente múltiples criterios de orden cuantitativo y cualitativo aplicados a la organización (Wang, Lu, & Chen, (2009), citado por Robledo et al., 2011).

Robledo et al. (2011) logran sintetizar las propuestas de estos autores en siete tipos de capacidades que definen así:

4.1 Capacidad de Direccionamiento Estratégico

Se refiere a la habilidad de la dirección para asegurar la productividad, el rendimiento y la armonía organizacional desde el proceso de toma de decisiones sobre innovación tecnológica, realizando una correcta planeación prospectiva, estratégica y operativa, y promoviendo una cultura organizacional propicia a la innovación (Kim & Nelson, 2000). Yam et al. (2004) se refieren a esta capacidad como la habilidad de la organización para identificar las fortalezas y debilidades internas, las amenazas y oportunidades externas, formular planes de acuerdo a la misión y visión corporativas y ajustar los planes para su implementación. Guan & Ma (2003) la definen como la capacidad de formular e implantar diferentes tipos de estrategias que se adapten a los cambios externos para sobresalir en los ambientes competitivos actuales. Wang, Lu, & Chen (2009) consideran que la

capacidad de direccionamiento estratégico denota la habilidad de la organización para tomar e implementar decisiones estratégicas relacionadas con la innovación. (Robledo et al., 2011, p. 5).

La capacidad de direccionamiento estratégico está relacionada con la presencia de la innovación en la estrategia organizacional (políticas y objetivos), con el análisis prospectivo y estratégico de la tecnología en la organización, teniendo en cuenta la aplicación de técnicas de análisis prospectivo y vigilancia de la tecnología. Esta capacidad también tiene en cuenta aspectos de clima laboral y de incentivos y reconocimiento a la innovación (Aguirre J.J, 2010a; Robledo, 2010a).

4.2 Capacidad de I+D

Yam et al. (2004) definen esta capacidad como la habilidad de la organización para integrar la estrategia de I+D, la implementación de proyectos, la gestión de portafolios de proyectos y los gastos de I+D. Por su parte, Sher & Yang (2005) definen la capacidad de I+D como la suma de dos componentes asociados a los insumos que tradicionalmente ha definido el Manual de Frascati (OCDE, 2002): la intensidad de I+D y el personal de I+D. Según Wang, Lu, & Chen (2009), la capacidad de I+D contribuye a que la organización expanda sus actuales tecnologías, introduzca nuevas tecnologías y mejore su función de I+D. (Robledo et al., 2011, p. 5).

La inversión en capacidad de I+D está relacionada con inversión en personal altamente calificado, doctores y magísteres, nuevos métodos de I+D y herramientas que apoyen los procesos de investigación en las organizaciones. Es necesario, también, fortalecer la relación de las empresas con el sistema de innovación, es decir, establecer alianzas estratégicas con instituciones de I+D, parques tecnológicos, centros de investigación de universidades, y entidades estatales (Aguirre, 2010; Robledo, 2010a).

4.3 Capacidad de producción

Tanto Guan & Ma (2003) como Yam et al. (2004) definen esta capacidad como la habilidad de la organización para transformar los resultados de I+D en productos que satisfagan los requerimientos del mercado, integrando los requisitos del diseño y las limitaciones y posibilidades del sistema de manufactura disponible. Wang, Lu, & Chen

(2009) la entienden como la habilidad de la organización para transformar los resultados de I+D en nuevas técnicas de producción y mejoramiento de la calidad de los productos. (Robledo et al., 2011, p. 6).

Esta capacidad también es asociada con la utilización de tecnologías avanzadas de manufactura, el nivel de la producción, la tasa de éxito comercial, el nivel de cualificación del personal de producción y el tiempo de ciclo de producto (Robledo, 2010c, p. 101).

4.4 Capacidad de Mercadeo

Esta capacidad representa la habilidad de la organización para publicitar y vender productos de acuerdo a la comprensión de las necesidades del mercado tanto presentes como futuras, el ambiente competitivo, los costos y beneficios y la aceptación de la innovación (Yam et al. (2004) y Guan & Ma (2003) Wang, Lu, & Chen (2009), citados por Robledo et al., 2011).

Es la habilidad de promover y vender productos con base en la comprensión de la demanda; se mide por la participación en el mercado, el grado de competitividad de los nuevos productos, el monitoreo de las fuerzas del mercado, la existencia de una unidad de mercadeo especializada y las exportaciones como porcentaje de las ventas totales (Aguirre J.J, 2010b).

La capacidad de mercadeo es una capacidad de alta relevancia en el proceso competitivo de las organizaciones ya que incluye requiere inversión para fortalecer aspectos como las exportaciones, relación con los clientes para el desarrollo de nuevos productos, rapidez para responder a nuevas necesidades del mercado, conocimiento de nuevas tendencias, benchmarking con los productos de la competencia (Aguirre J.J, 2010a; Robledo, 2010a).

4.5 Capacidad de Gestión de Recursos

Yam et al. (2004) y Wang, Lu, & Chen (2009) se refieren a esta capacidad como a la habilidad de la organización para adquirir y asignar apropiadamente capital, experiencia y tecnología a los procesos de innovación (Citados por Robledo et al., 2011, p. 6).

4.6 Capacidad de Aprendizaje Organizacional

El aprendizaje tecnológico se define como “la habilidad de la empresa para identificar, asimilar y explotar el conocimiento proveniente del ambiente circundante” (Yam et al., 2004, citado por Robledo, 2010c, p. 99). Dodgson (1991) define el aprendizaje tecnológico organizacional como “las maneras en que una empresa construye y suplementa su conocimiento sobre tecnologías, productos y procesos y desarrolla y mejora el uso de las habilidades de su fuerza de trabajo” (Citado por Robledo, 2010c, p. 99). Para Guan & Ma (2003), corresponde a la capacidad de identificar, asimilar y explotar conocimiento nuevo esencial para el éxito competitivo de la organización (Robledo et al., 2011, p. 6).

4.7 Capacidad Organizativa

Según Yam et al. (2004), esta es la habilidad de la organización para asegurar el mecanismo y la armonía organizacional, cultivando la cultura organizacional y adoptando buenas prácticas de gestión. Por su parte, Guan & Ma (2003) se refieren a la capacidad para constituir una estructura organizacional bien establecida, coordinar el trabajo de todas las actividades hacia objetivos compartidos y dotar a la organización de una infraestructura que acelere los procesos de innovación. (Robledo et al., 2011, p. 6).

4.8 CIT para la industria colombiana de software

Aguirre (2010b) propone un modelo de capacidades que se ajustan a las particularidades de la industria colombiana de software, el cual se muestra en la Figura 4-1.

Figura 4-1. Capacidades de Innovación Tecnológica para la Industria colombiana de Software



Fuente: (Aguirre J.J, 2010b)

En el modelo propuesto por Aguirre (2010b) cada capacidad reúne una serie de variables que se identificaron en la revisión de la literatura y en el estudio específico de la industria colombiana de software; las variables relacionadas con cada capacidad se resumen en las Tablas 4-1 a la 4-5.

Tabla 4-1 Variables – Capacidad de I+D y Aprendizaje Tecnológico

Intensidad de I+D	Personal con Ph.D. y M.Sc.
	Inversión en I+D
Procesos de I+D	Métodos y herramientas de I+D
	Intensidad de la relación con otras instituciones de I+D, alianzas, convenios y participación en redes
	Intensidad de la relación entre distintas dependencias de la organización
Productos de I+D y aprendizaje tecnológico	Rendimiento de la I+D
	Patentes
	% de utilización de la tecnología adquirida
	Registros
Aprendizaje de nuevas tecnologías	Inversión en capacitación en nuevas tecnologías
	Dominio del inglés
	Aprendizaje por compra de infraestructura tecnológica
	Aprendizaje por transferencia de tecnología

Fuente: (Aguirre J.J, 2010b)

Tabla 4-2 Variables – Capacidad de Dirección Estratégica

Estrategia de innovación	Presencia de la innovación en la estrategia
	Nivel de exigencia de los objetivos estratégicos de innovación
Análisis prospectivo y estratégico de la tecnología	Aplicación de técnicas de análisis prospectivo de la tecnología
	Vigilancia Tecnológica
	Evaluación y selección de tecnologías y proyectos estratégicos
Cultura y valores de la dirección	Nivel de aceptación del riesgo y tolerancia al fracaso
	Clima laboral
	Esquemas de incentivo y reconocimiento a la innovación

Fuente: (Aguirre J.J, 2010b)

Tabla 4-3 Variables – Capacidad de Fabricación

Metodologías y tecnologías avanzadas de fabricación	Nivel de actualización de la tecnología
	Nivel de profundidad
Certificaciones	Certificaciones ISO, IEC
	Nivel de CMMI®
Talento Humano	Personal profesional y técnico con certificaciones
	Participación del personal de fabricación en las decisiones y procesos de innovación

Fuente: (Aguirre J.J, 2010b)

Tabla 4-4 Variables – Capacidad de Mercadeo

Posicionamiento en el mercado	Participación en el mercado nacional
	% de producción exportado
Mercados de nuevos productos y versiones	Relación con clientes para el desarrollo de productos
	Participación del personal de mercadeo en las decisiones y procesos de innovación
	% de crecimiento de las ventas del producto líder
	Rapidez para satisfacer las necesidades del mercado con nuevos productos
Estrategia de mercadeo	Conocimiento de las tendencias y necesidades del mercado
	Benchmarking con los productos de la competencia
	Participación de nuevos productos en las ventas
Recursos de mercadeo y ventas	Presupuesto de mercadeo
	Personal de mercadeo y ventas

Fuente: (Aguirre J.J, 2010b)

Tabla 4-5 Variables – Capacidad de Gestión de Recursos

Acceso a recursos financieros	Acceso a crédito bancario
	Acceso a recursos de capital
	Participación de capital extranjero en el capital social
	Acceso a financiación de fomento gubernamental
Nivel de crecimiento	Crecimiento de ventas
	Crecimiento de utilidades
Personal	Brecha entre el personal requerido y el contratado
	Nivel de rotación de empleados

Fuente: (Aguirre J.J, 2010b)

Estas variables servirán de referencia para el análisis de los resultados de las simulaciones que se presentan en la siguiente sección, con el fin de establecer las prioridades de las inversiones en capacidades de las empresas colombianas de software para mejorar su desempeño en mercados internacionales.

5. Simulación del caso colombiano

5.1 El modelo de simulación

Para el análisis estratégico del comportamiento competitivo de las empresas colombianas de software en el mercado internacional se utilizó el modelo de Dinámica de Sistemas desarrollado por Villalba (2012) como una adaptación y mejora del modelo de difusión de Maier (1998) y el modelo de múltiples generaciones de Chanda y Bardhan (2008). Este modelo consta de dos estructuras que representan la dinámica de competencia y la dinámica de colaboración de empresas nacionales con empresas multinacionales. El objeto de análisis del trabajo desarrollado por Villalba, se enfoca a analizar estrategias de competencia y de colaboración con el propósito de “comprender la dinámica entre empresas multinacionales y nacionales de la industria colombiana del software, a través de su aporte económico y el fortalecimiento de las capacidades de innovación” (Villalba, 2012), de esta forma identificar en cuál de las dos perspectivas se da mayor crecimiento de esta industria.

A diferencia del trabajo de Villalba, el objeto de análisis de este trabajo se enfoca en estudiar cómo las decisiones sobre las variables asociadas a la toma de decisiones estratégicas pueden explicar escenarios de competencia entre las empresas nacionales y las internacionales, que lideran el mercado, buscando mejorar la participación y competitividad en los mercados internacionales. Teniendo en cuenta este objeto de análisis, se excluye la estructura de colaboración del modelo de simulación propuesto por Villalba (2012) y se implementa únicamente la estructura de competencia, para realizar un análisis estratégico sobre las variables que afectan el desempeño de las organizaciones en el mercado internacional. En consecuencia, cuando se mencione este modelo se estará haciendo referencia únicamente a la estructura de competencia.

El modelo simula dos empresas genéricas, cuyas características representan tipos de empresas de interés para el análisis estratégico, que compiten por un mismo mercado

potencial y que, a través de sus ventas, van adquiriendo adoptadores de sus productos, tal como lo expone Maier (1998), a través de múltiples generaciones de productos según lo establecido por Chanda & Bardhan (2008). Adicionalmente, el modelo incluye aspectos y parámetros propios de la difusión de software estandarizado, como las particularidades de la estrategia de precios y los efectos directos de red, así como variables correspondientes a las capacidades de innovación tecnológica de interés para el análisis, tales como la capacidad de I+D, la capacidad de direccionamiento estratégico y la capacidad de mercadeo, las cuales se definen en función de estrategias de inversión pre-establecidas.

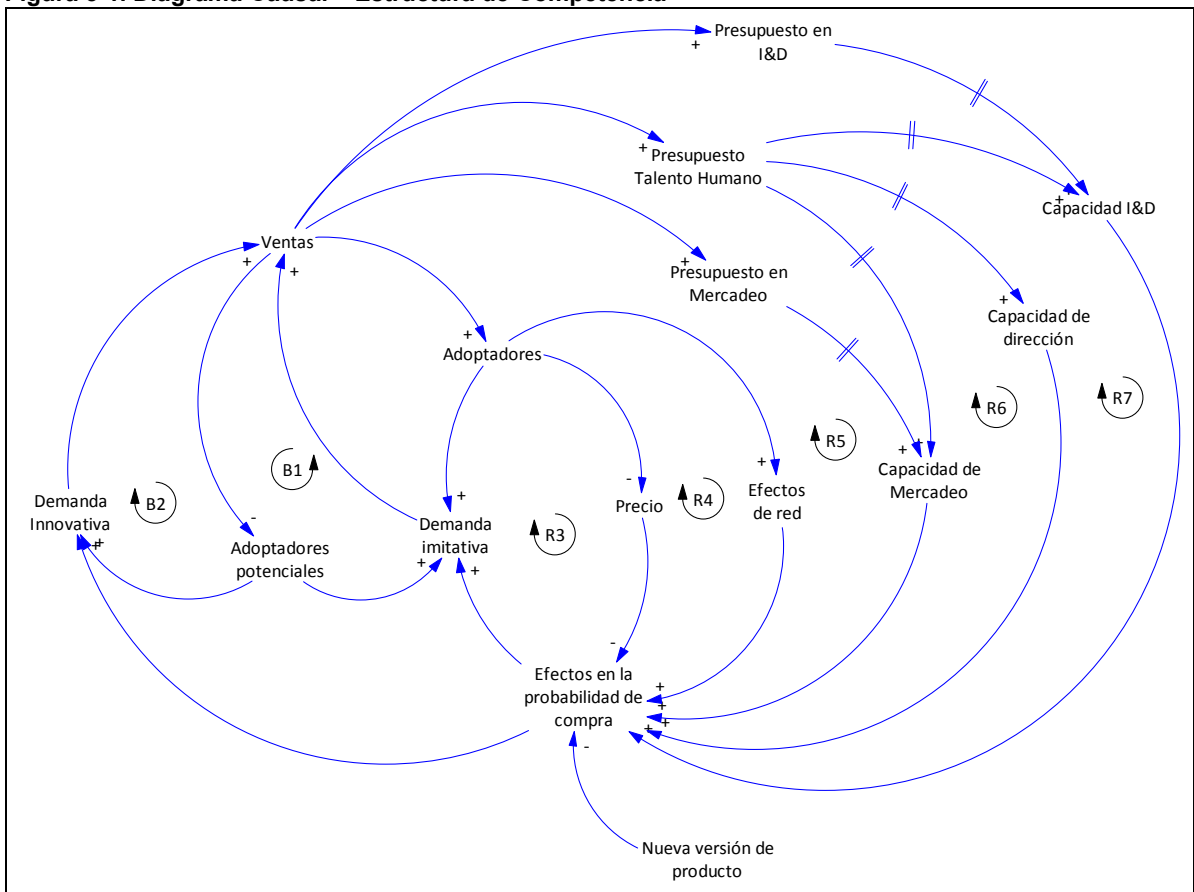
Lo expuesto anteriormente se enmarca en cuatro componentes del modelo: el subsistema de difusión, con el cual se representan las ventas de los productos estandarizados; el subsistema de acumulación de capacidades, que representa la dinámica de acumulación de capacidades de innovación tecnológica que resulta de las inversiones estratégicas (en I+D, en Talento Humano y en Mercadeo); el subsistema de la estrategia de precios, que permite representar distintas configuraciones para las generaciones de productos a lo largo de su ciclo de vida; y el subsistema de competitividad, que recoge los efectos de las anteriores variables sobre las probabilidades de compra de los productos de las empresas que compiten (Villalba, 2012).

Villalba (2012), en el desarrollo del modelo de simulación de referencia de este trabajo, muestra el diagrama causal de la difusión de un producto de una empresa, “en el que se representan las variables que pueden ser afectadas por las estrategias para aumentar la probabilidad de compra de los productos por parte de los adoptadores potenciales” (Villalba, 2012). En este tipo de diagramas, los signos positivos al final de la flecha indican que un cambio en la variable inicial (causa) genera un cambio en la variable final (efecto) en la misma dirección. Los signos negativos indican que un cambio en la variable inicial genera un cambio de dirección opuesta en la variable final. Los ciclos de realimentación se identifican por una flecha en círculo que muestra la dirección del ciclo, con la letra R indicando un ciclo de refuerzo y la letra B un ciclo de balance.

En la Figura 5-1 se muestran dos ciclos de balance (B1) y (B2) donde se representa la compra del producto por parte de los adoptadores potenciales en función de una demanda innovativa y una demanda imitativa. La suma de las dos demandas genera las

ventas de la empresa. Estas ventas hacen referencia a la velocidad de adopción del producto y corresponden a productos vendidos por unidad de tiempo. A medida que se producen las ventas, disminuyen los adoptadores potenciales y se convierten en adoptadores. El modelo de Bass genera las demandas innovativa e imitativa a través de coeficientes de innovación e imitación, respectivamente; pero en el modelo de la Figura 5-1, estas demandas son afectadas por los efectos en la probabilidad de compra, siguiendo la propuesta de Maier (1998). Estos efectos son resultado de las estrategias de la empresa para hacer su producto más atractivo para los adoptadores potenciales. Dichas estrategias están representadas en los ciclos de refuerzo con los que cuenta el modelo (Villalba, 2012).

Figura 5-1. Diagrama Causal – Estructura de Competencia



Fuente: Villalba(2012, p. 62)

En el modelo de Villalba (2012), se establece que para que una empresa sea competitiva en el mercado, debe lograr que los adoptadores potenciales encuentren en su producto atributos que lo hagan más atractivo que los productos de los competidores. La intención de compra de un adoptador potencial se verá influenciada de manera positiva por los esfuerzos en mercadeo, las especificaciones técnicas, el grado de innovación, la confiabilidad y el precio del producto, así como por la cantidad de clientes que ya hayan comprado el producto, esto es, lo que se define como los efectos directos de red. En este sentido, la empresa tiene que definir estrategias que la lleven a posicionar mejor su producto que los de la competencia (Villalba, 2012).

En la perspectiva de los recursos, se reconoce la importancia crítica de los recursos como base para la construcción de capacidades organizacionales que sustentan la competitividad de las empresas. Por ello, las inversiones en las capacidades de innovación tecnológica son decisiones estratégicas críticas para la competitividad. El modelo representa la acumulación de capacidades de I+D, mercadeo y direccionamiento estratégico como resultado de la decisión de inversión de una parte de las ventas de la empresa. La capacidad de I+D se fortalece con inversiones en proyectos de I+D para producir nuevas generaciones de productos con especificaciones técnicas superiores. Esta capacidad también se aumenta en la medida que se destine personal más idóneo para las tareas de I+D (ciclo R7). La inversión en talento humano también fortalece las otras capacidades. Dicha inversión hace referencia a la capacitación del personal existente, así como a la contratación de nuevos empleados que cuenten con conocimiento y experiencia adecuados para el desarrollo de actividades especializadas (Villalba, 2012).

Por otro lado, la empresa que invierta en fortalecer la capacidad de mercadeo, logrará una mayor comprensión de las necesidades de los clientes y, a través de la publicidad y las estrategias de venta, aumentará la probabilidad de compra de su producto (ciclo R5). Por último, invertir en talento humano de nivel directivo contribuirá al fortalecimiento de la capacidad de direccionamiento estratégico, lo que pondrá a la empresa en una mejor posición para formular e implementar estrategias de innovación exitosas (ciclo R6) (Villalba, 2012).

Otro factor que influye en la probabilidad de compra de los adoptadores potenciales es la estrategia de precios establecida por la empresa. Para el caso de las empresas de software, el precio de un producto no es estático durante toda su vida útil, sino que cambia a través del tiempo como resultado de decisiones estratégicas. El modelo representa el caso en que el precio disminuye a medida que aumenta el número de adoptadores. Con esto la empresa garantiza que los costos incurridos en el desarrollo de un producto sean cubiertos con los ingresos de las primeras ventas, para luego captar nuevos adoptadores potenciales con un precio menor (ciclo R3) (Villalba, 2012).

En cuanto a los efectos directos de red, éstos forman el ciclo de realimentación R4, que impacta la demanda imitativa: a medida que crece el número de adoptadores, aumenta la probabilidad de compra del producto por parte de los potenciales adoptadores de tipo imitador. Por último, el modelo contempla el efecto producido por una nueva generación de producto; cuando un producto de nueva generación es lanzado al mercado, la atractividad de los productos de la generación anterior comienza a disminuir ante la competencia de productos con mejores especificaciones (Villalba, 2012).

En el diseño del modelo de simulación utilizado en este estudio, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones respecto a los parámetros de la simulación (Villalba, 2012, p. 73):

- Para el comportamiento de las ventas, se cuenta con modos de referencia que sirven para contrastar los resultados del modelo.
- A la fecha, los estudios que permiten generar datos sobre el comportamiento de las capacidades de innovación tecnológica están aún en desarrollo, por lo que no se cuenta con datos precisos de incidencia para la determinación de las ecuaciones, sin embargo, la literatura sí ofrece sustento para la relación positiva entre la acumulación de capacidades de innovación y las ventas.
- El modelo está diseñado a escala, donde lo más importante es poder conocer el comportamiento general de este problema.

Para el análisis de los escenarios de este trabajo se tendrán en cuenta los parámetros establecidos por Villalba (2012) para el modelo de competencia, donde se define el significado de cada parámetro y la fuente de información que sirvieron de referencia en el diseño del modelo; tal cual como se muestra en la tabla 5-1.

Dado que en este trabajo el objeto de estudio es el análisis estratégico para la toma de decisiones que afectan la posición competitiva de las empresas nacionales en el mercado internacional, se hacen los cambios en las variables estratégicas para explicar cómo las decisiones sobre éstas pueden afectar el desempeño competitivo. Los escenarios de simulación resultan, entonces, de introducir cambios a las variables estratégicas del modelo que se representan mediante los siguientes parámetros: niveles iniciales de las Capacidades de Direccionamiento Estratégico (DE), de Investigación y Desarrollo (I+D) y de Capacidad de Mercadeo (M); porcentajes de inversión en Investigación y Desarrollo (I+D), en Recursos Humanos (RH) y Mercadeo (M); tiempos de lanzamiento de cada generación de productos y precios del producto en cada generación.

Tabla 5-1. Definición de parámetros de simulación

No	Parámetro	Tipo de valor	Valor	Fuente	Significado
1	Alfa	Absoluto	0.01 (1/periodo)	(Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, 2011)	Los valores de alfa y beta se encuentran entre 0 y 1, donde el efecto sobre los innovadores (valor de Alfa) es
2	Beta	Absoluto	0.4 (1/periodo)	(Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, 2011)	significativamente inferior al efecto sobre los imitadores (valor de Beta) (Bass, 1969)
3	Nuevos adoptadores potenciales (Tres generaciones)	Absolutos	1° Generación 50 Adoptadores 2° Generación 100 Adoptadores 3° Generación 100 Adoptadores	Propuesta de la autora basada en Chanda & Bardhan (2008)	Se definió un aumento del mercado potencial del 100% para la segunda generación y para la tercera permanece constante los nuevos adoptadores, puesto que el mercado potencial se forma de los nuevos compradores y los compradores de las generaciones anteriores (Chanda & Bardhan, 2008)

No	Parámetro	Tipo de valor	Valor	Fuente	Significado
4	Precios	Relativo	Valores entre 100 y 300 \$/unidad (Excel from Microsoft) fue vendido por \$230 en 1987	(Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, 2011) Hewing (2010)	Valores tomados del trabajo de Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, (2011). El cambio de precios se da bajo una de las estrategia definida por (Hewing M. , 2010).
5	Precio máximo	Absoluto	Toma el valor del precio mayor, para así medir de manera relativa los valores de los precios definidos en cada una de las estrategias	Propuesta de la autora en Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy (2011)	Valor requerido para obtener la relatividad de los precios que se definan para cada empresa.
6	Tiempo de cambio de los precios	Absoluto	Valores definidos según la estrategia de precios volátil	Propuesta de la autora en Hewing (2010)	Tiempos definidos por la empresa para las variaciones en los precios.
7	Pesos de los efectos	Absoluto	Efecto del precio = 20% Efectos de red = 30% Efectos de las capacidades de innovación = 50%	Propuesta de la autora	En este modelo se definió la presencia de estos tres efectos; por lo tanto, cada uno tiene un peso parcial para contribuir a un total del 100%.
8	Normalizador efectos de red	Absoluto	0.01 1/unidad	Propuesta de la autora	Valor que busca relacionar de manera normalizada el efecto que se tiene sobre las ventas a medida que se van acumulando adoptadores
9	Ingreso máximo	Absoluto	\$20.000	Propuesta de la autora	Valor definido para llevar el valor monetario a valores de capacidades. Para este modelo se asume un valor extremo del valor de las ventas, de tal manera que no se presenten inconsistencias.

No	Parámetro	Tipo de valor	Valor	Fuente	Significado
10	Aprendizaje	Absoluto	1 periodo	Propuesta de la autora	Tiempo de retraso en el cual la inversión en capacidades se convierte en capacidad.
11	Pesos de las capacidades	Absoluto	Cap. De I+D =50% Cap. de Direccionamiento Estratégico= 30% Cap. de Mercadeo= 20%	Propuesta de la autora basada en Aguirre (2010)	Estos pesos conforman el efecto general de la capacidad de innovación, la cual se forma de cada una de las capacidades por lo tanto sería un efecto del 100%, en este sentido, Aguirre (2010) a través de una evaluación con expertos identifica las ponderaciones de estas capacidades: Cap. De I+D =100 Cap. de Direccionamiento Estratégico= 100 Cap. de Mercadeo= 90 Para este análisis se dio mayor importancia a la capacidad de I+D, luego a la capacidad de Direccionamiento estratégico de acuerdo a las características identificadas de la industria y la importancia de estas capacidades.

No	Parámetro	Tipo de valor	Valor	Fuente	Significado
12	Valores iniciales de las capacidades	Relativos	Dependiendo de la empresa y sus estrategias, y se miden con relación a la empresa multinacional	Propuesta de la autora	Valores definidos en una escala adimensional, donde se intenta medir la relatividad de la acumulación de las capacidades, que por sí solas su lectura no tendría significado alguno. Sin embargo, como el modelo presenta más de una empresa, los valores deben ser leídos de manera relativa. (esto se hace para subsanar la brecha que aun presenta la literatura en cuanto a la medición cuantitativa de las capacidades de innovación tecnológica)
13	Obsolescencia	Absoluto	0.001	Propuesta del autor	Tasa de obsolescencia de las capacidades

Fuente: Villalba (2012, p. 102)

5.2 Escenarios y resultados de simulación del caso colombiano

Los escenarios de simulación se diseñan para analizar los resultados de diferentes decisiones estratégicas que puede implementar una empresa de software nacional, dedicada a la producción y comercialización de software empaquetado, que compite con una empresa extranjera con altos niveles de inversión en capacidades, adecuados tiempos de lanzamientos de sus generaciones y productos con precios competitivos.

En este modelo de simulación se utilizan únicamente tres de las capacidades de innovación definidas en un capítulo anterior, estas capacidades son las más relevantes para la competitividad de las empresas de software de acuerdo con el análisis de la industria descrito en el capítulo 1. Las variables asociadas a las decisiones estratégicas son:

- Nivel inicial de Capacidad de Direccionamiento Estratégico (DE)
- Nivel inicial de Capacidad de Investigación y Desarrollo (I+D)

- Nivel inicial de Capacidad de Mercadeo (M)
- % de inversión en Investigación y Desarrollo (I+D)
- % de inversión en Recursos Humanos (RH)
- % de inversión en Mercadeo (M)
- Tiempo de lanzamiento de cada generación de productos
- Precios del producto en cada generación

La acumulación de capacidades comienza con la definición del presupuesto destinado a I+D, talento humano y mercadeo sobre las ventas generales de la empresa, es decir, lo que obtiene de cada una de las generaciones del producto (puesto que es posible que en un tiempo determinado se realicen ventas de las tres generaciones). De estos presupuestos, los cuales pueden variar en el tiempo, se hace una normalización de los valores a través de un valor máximo igual para todas las generaciones, capacidades y empresas para guardar la relatividad y convertir los valores monetarios a valores adimensionales correspondientes a las capacidades (Villalba, 2012, p. 67).

De esta forma se establecen los niveles iniciales de la capacidad de Direccionamiento Estratégico, Capacidad de I+D y la Capacidad de Mercadeo para cada escenario.

Los porcentajes de inversión en Investigación y Desarrollo (I+D), Recursos Humanos (RH) y Mercadeo (M) hacen referencia a la cantidad de dinero respecto a las ventas que la empresa está decidida a invertir para cada una de estas actividades durante el intervalo de tiempo de la simulación; estos porcentajes de inversión son valores relativos que muestran la diferencia entre una empresa nacional y una extranjera y afectarán directamente la acumulación de las capacidades de las empresas.

Los precios del producto en cada generación están dados por las estrategias de precios que, de acuerdo con lo definido en el modelo utilizado,

la estrategia de precios está diseñada según la estrategia volátil definida por Hewing (2010), la cual consiste en que el precio cambia de manera escalona de tal manera que el modelador puede indicar las variaciones que tiene el precio durante la vida útil de cada generación del producto. En este esquema se incluye un valor máximo con el cual se normalizan los precios para poder determinar el efecto que éstos tendrán en la probabilidad de compra. (Villalba, 2012, p. 69).

El tiempo de lanzamiento de cada generación de productos es el tiempo en el cual cada empresa decide lanzar al mercado una nueva generación de producto. Este parámetro nos permite identificar la empresa pionera y qué tan tardía puede ser la entrada de la empresa seguidora.

Estos valores se convierten en el flujo de capacidad que se va acumulando, pero es afectado por un retardo correspondiente al aprendizaje, puesto que para que una empresa obtenga los frutos de sus inversiones debe pasar un tiempo considerable, que se evidencia en la acumulación de la capacidad, la cual también se ve afectada por la obsolescencia de la misma. Dicha obsolescencia se da por la pérdida de habilidades (Winter, 2003) o por la rotación del personal (Grobler, 2010; Winter, 2003). Para la simplificación del modelo se establece como una tasa constante.

Para cada escenario de simulación se modificaron estas variables de acuerdo a diferentes estrategias como se explicará en cada caso y se analizó el comportamiento de las ventas de cada generación de productos, así como las ventas acumuladas de cada empresa y los niveles de capacidad alcanzados.

Todos los valores dados a los parámetros responden a las diferencias encontradas entre las empresas colombianas y las extranjeras, asumiendo las extranjeras como empresas pioneras en el mercado con gran ventaja respecto a la acumulación de capacidades. Se trata de analizar la brecha existente y las posibles estrategias que pueden tener las empresas nacionales para competir y mantenerse en el mercado extranjero.

Se inició el análisis con el escenario base, que representa una aproximación a la situación problemática de las empresas colombianas, los demás escenarios presentados son situaciones propuestas en las cuales se espera tener resultados significativos que orienten las posibles estrategias que deben seguir las empresas para lograr mejor posicionamiento ante la competencia.

5.2.1 Escenario base

Empresa extranjera pionera en el mercado y empresa nacional de ingreso tardío.

Este escenario es una aproximación a la situación problemática de las empresas colombianas cuando se enfrentan a la competencia internacional.

La empresa colombiana representada es una empresa que entra tardíamente al mercado, lo cual se ve reflejado en el tiempo de lanzamiento de cada generación de producto. Otra característica importante es la posibilidad de ofrecer precios más bajos frente a empresas internacionales. Además, las capacidades de innovación iniciales y los porcentajes de inversión para desarrollar estas capacidades son menores en la empresa colombiana.

El propósito de este escenario es simular la situación problemática actual para generar una línea base de comparación con resultados de escenarios posibles que permitan identificar estrategias de crecimiento para la industria colombiana. Para las demás simulaciones se mantienen constantes las decisiones estratégicas de la empresa extranjera en el nivel de inversión en capacidades, constancia en los tiempos de lanzamientos de sus generaciones y precios del producto.

En la Tabla 5-2 se establecen los parámetros de simulación para las empresas. La extranjera es pionera en el mercado, con niveles superiores de capacidades de innovación, tanto al inicio del período de simulación como en respuesta a los altos porcentajes de inversión en I+D, Talento Humano y Mercadeo. La empresa colombiana entra tardíamente al mercado, con precios más bajos y menores niveles de inversión y acumulación de capacidades de innovación que la empresa extranjera.

Tabla 5-2. Parámetros del escenario base.

Parámetro	Escenario Base	
	Empresa Extranjera	Empresa Nacional
Tiempo de entrada	0	4
Número de generaciones	3	3
Tiempo de lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	4 ; 9 ; 13
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200	4 < t < 6 = 180
	2 < t < 4 = 180	6 < t < 8 = 160
	4 < t < 8 = 150	8 < t < 12 = 130
	8 < t < 20 = 100	12 < t < 20 = 80
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180	9 < t < 11 = 160
	7 < t < 9 = 160	11 < t < 13 = 140
	9 < t < 20 = 140	13 < t < 20 = 120

Parámetro	Escenario Base	
	Empresa Extranjera	Empresa Nacional
Precios Generación 3	10 < t < 12 = 160	13 < t < 15 = 140
	12 < t < 14 = 140	15 < t < 19 = 120
	14 < t < 20 = 120	19 < t < 20 = 100
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	5%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	5%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	5%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.1
Capacidad inicial de Mercadeo	0.5	0.1
Capacidad inicial de Direccionamiento	0.5	0.1

La Figura 5-2 muestra los resultados de la simulación relacionados con la acumulación de capacidades tecnológicas; es evidente la diferencia entre cada una de las empresas respecto a las capacidades acumuladas, para las tres capacidades que representa el modelo. La empresa extranjera tiene mayor acumulación de capacidades en el tiempo gracias a sus altos porcentajes de inversión y su trayectoria en el mercado. Por el contrario, la empresa colombiana apenas mantiene un nivel bajo de las capacidades en el tiempo, lo que indica que la estrategia de inversión en capacidades es insuficiente para intentar cerrar la brecha existente entre ambas empresas.

La Figura 5-3 muestra las ventas acumuladas en el tiempo; en los escenarios se hace referencia a 20 periodos de simulación, para cada una de las generaciones de producto. Es evidente la ventaja que tiene la empresa extranjera en los niveles de ventas respecto a los niveles de ventas de la empresa nacional. Se espera que con las estrategias de innovación planteadas en los siguientes escenarios se cierre la brecha en los niveles de ventas de las empresas extranjeras y las nacionales.

Figura 5-2. Escenario base: capacidades de innovación acumuladas

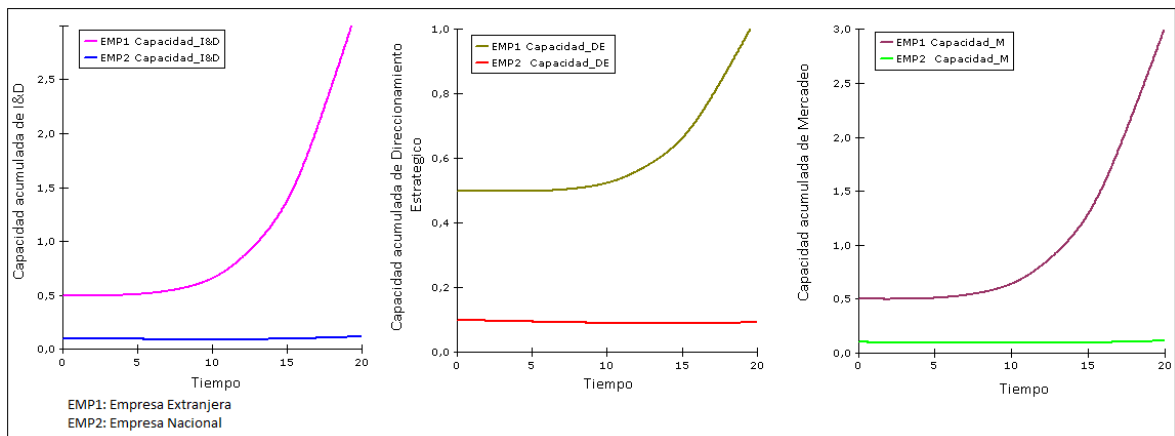
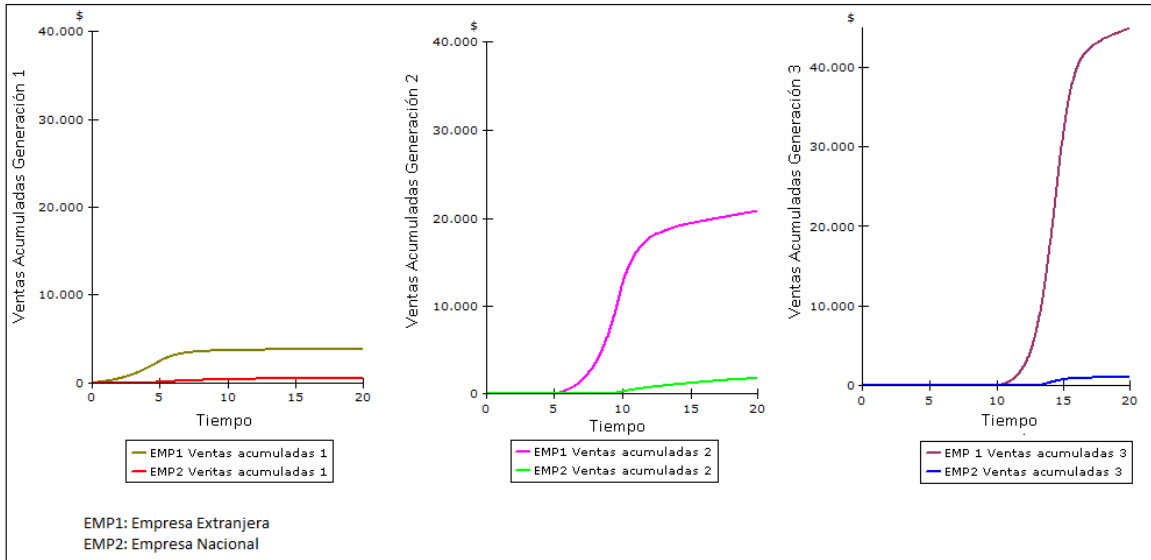


Figura 5-3. Escenario base: ventas acumuladas por generación de producto

Respecto al aumento de los niveles de ventas entre generaciones sucesivas, para la empresa extranjera es evidente que las nuevas generaciones tienen niveles de ventas más altos que las anteriores, lo que indica el éxito del producto en el mercado. Caso contrario ocurre con la empresa nacional, para la cual las ventas de la tercera generación son inferiores a las de las generaciones anteriores (en la segunda generación obtuvo ventas de \$1.768 mientras que en la tercera generación las ventas fueron de \$1.039), lo que indica una probable salida del mercado. Hay que tener en cuenta que tanto el tiempo como las ventas están representados en unidades de simulación que no tienen un significado real; lo que interesa es identificar los comportamientos relativos entre empresas y evolutivos en el tiempo.

5.2.2 Escenario 1

Empresa extranjera pionera en el mercado y empresa nacional que incrementa las inversiones en capacidades.

En este escenario la empresa extranjera tiene las mismas características mencionadas en el escenario base. La empresa nacional incrementa sus porcentajes de inversión en las capacidades de innovación como se muestra en la Tabla 5-3; los demás parámetros permanecen iguales a los del escenario base.

Tabla 5-3. Parámetros del escenario 1

Parámetro	Escenario 1	
	Empresa Extranjera	Empresa Nacional
Tiempo de entrada	0	4
Número de generaciones	3	3
Tiempo de lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	4 ; 9 ; 13
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200 2 < t < 4 = 180 4 < t < 8 = 150 8 < t < 20 = 100	4 < t < 6 = 180 6 < t < 8 = 160 8 < t < 12 = 130 12 < t < 20 = 80
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180 7 < t < 9 = 160 9 < t < 20 = 140	9 < t < 11 = 160 11 < t < 13 = 140 13 < t < 20 = 120
Precios Generación 3	10 < t < 12 = 160 12 < t < 14 = 140 14 < t < 20 = 120	13 < t < 15 = 140 15 < t < 19 = 120 19 < t < 20 = 100
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	10%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	10%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	10%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.1
Capacidad inicial de Mercadeo	0.5	0.1
Capacidad inicial de Direccionamiento	0.5	0.1

Los resultados obtenidos en este escenario, donde la empresa nacional incrementa la inversión en sus capacidades tecnológicas, no varían mucho respecto a los resultados del escenario base. Las ventas y las capacidades son prácticamente iguales, como puede apreciarse en las Figuras 5-4 y 5-5. Estos resultados permiten concluir que el incremento en las inversiones en capacidades de innovación por sí solo no es significativo para competir exitosamente en un mercado en el que la empresa extranjera tiene ventajas competitivas y acumula ventas en el tiempo significativamente mayores que la empresa nacional.

En la Figura 5-5 se observan los bajos niveles de ventas de la empresa nacional respecto a la empresa extranjera; además, incluso con las mayores inversiones en capacidades de innovación, hay un decrecimiento en las ventas a medida que se lanzan nuevas generaciones de producto, lo que anticipa una probable salida de la empresa nacional del mercado.

Figura 5-4. Escenario 1: capacidades de innovación acumuladas

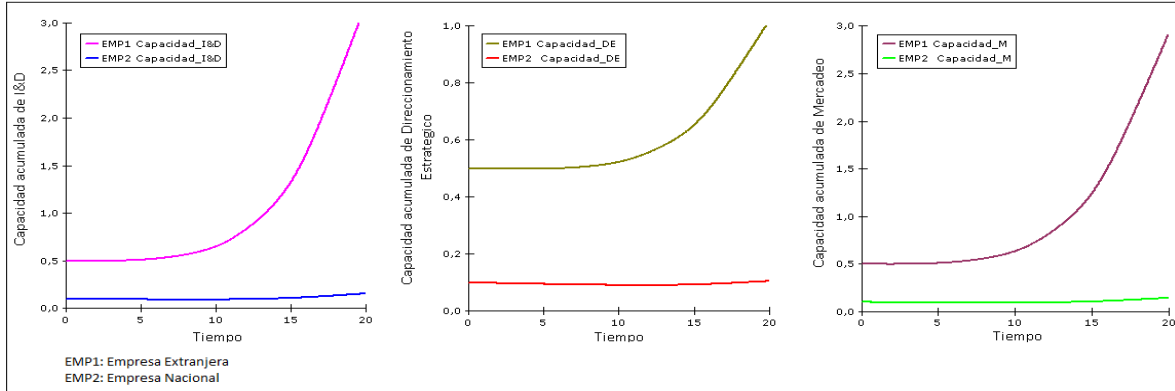
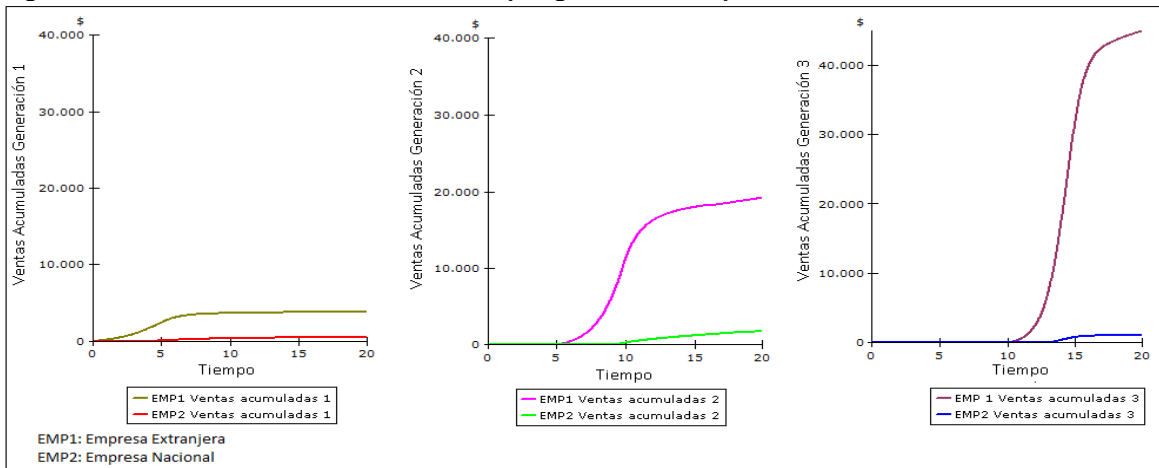


Figura 5-5. Escenario 1: ventas acumuladas por generación de producto



5.2.3 Escenario 2

Empresa extranjera pionera en el mercado y empresa nacional que entra más tempranamente, incrementa las inversiones en capacidades, cuenta con un mayor nivel de capacidades iniciales y acelera el lanzamiento de nuevas generaciones.

En este escenario de simulación la empresa extranjera mantiene las características mencionadas en el escenario base. La empresa nacional, además de incrementar sus inversiones en capacidades tecnológicas (escenario 1), entra más temprano al mercado y logra acelerar el lanzamiento de cada generación. En la tabla 5-4 se muestran los parámetros de este escenario:

Tabla 5-4 Parámetros del escenario 2

Parámetro	Escenario 2	
	Empresa Extranjera	Empresa Nacional
Tiempo de entrada	0	2
Número de generaciones	3	3
Tiempo lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	2; 6; 11
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200 2 < t < 4 = 180 4 < t < 8 = 150 8 < t < 20 = 100	4 < t < 6 = 180 6 < t < 8 = 160 8 < t < 12 = 130 12 < t < 20 = 80
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180 7 < t < 9 = 160 9 < t < 20 = 140	9 < t < 11 = 160 11 < t < 13 = 140 13 < t < 20 = 120
Precios Generación 3	10 < t < 12 = 160 12 < t < 14 = 140 14 < t < 20 = 120	13 < t < 15 = 140 15 < t < 19 = 120 19 < t < 20 = 100
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	10%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	10%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	10%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.3
Capacidad inicial de Mercadeo	0.5	0.3
Capacidad inicial de Direccionamiento	0.5	0.3

Una vez se incrementan las inversiones en las capacidades, con el tiempo la empresa nacional logra acumular capacidades de innovación y reducir el tiempo de lanzamiento de nuevas generaciones de productos; como consecuencia de esta estrategia, logra incrementar significativamente las ventas.

Las Figuras 5-6 y 5-7 muestran los resultados obtenidos en este escenario. Se observa que, con el tiempo, se incrementan las capacidades de innovación de la empresa nacional, algo que no se había logrado en los escenarios anteriores; sin embargo, se

mantiene una brecha grande entre ambas empresas, tanto en las capacidades acumuladas como en las ventas de cada generación de producto.

La Figura 5-7 muestra cómo la empresa nacional incrementa sus niveles de ventas: las ventas de la generación 3 superan las ventas de la generación anterior, lo que indica que este producto tiene mayores opciones de permanecer en el mercado y competir exitosamente con los productos de las empresas extranjeras. Este es el primer escenario donde se puede observar el comportamiento de crecimiento de las ventas a medida que se lanzan nuevas generaciones. Por lo tanto, podría concluirse, en primera instancia, que los niveles de ventas se incrementan con mayores niveles iniciales e inversiones en capacidades tecnológicas, las cuales se logran traducir también en menores tiempos de retraso de entrada al mercado y lanzamiento de nuevas generaciones, manteniendo los precios competitivos de los productos.

Figura 5-6. Escenario 2: capacidades de innovación acumuladas

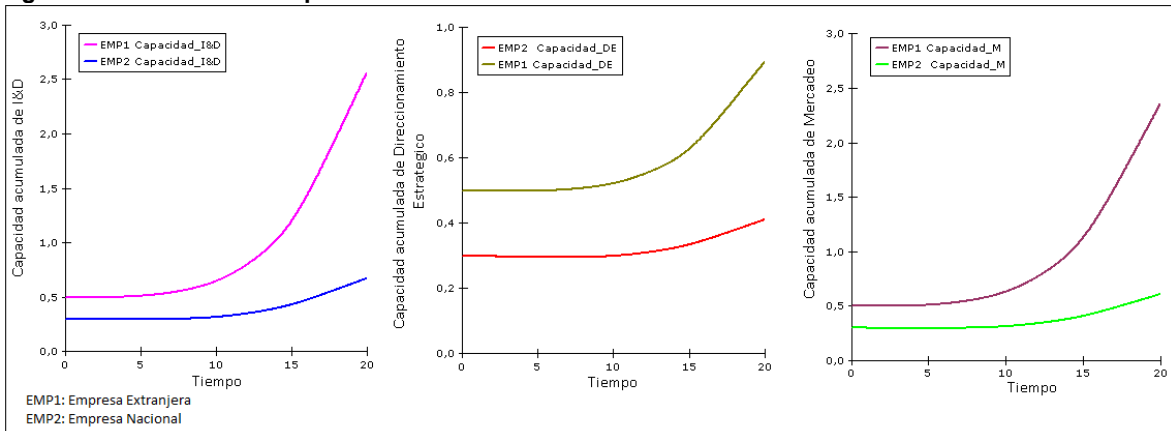
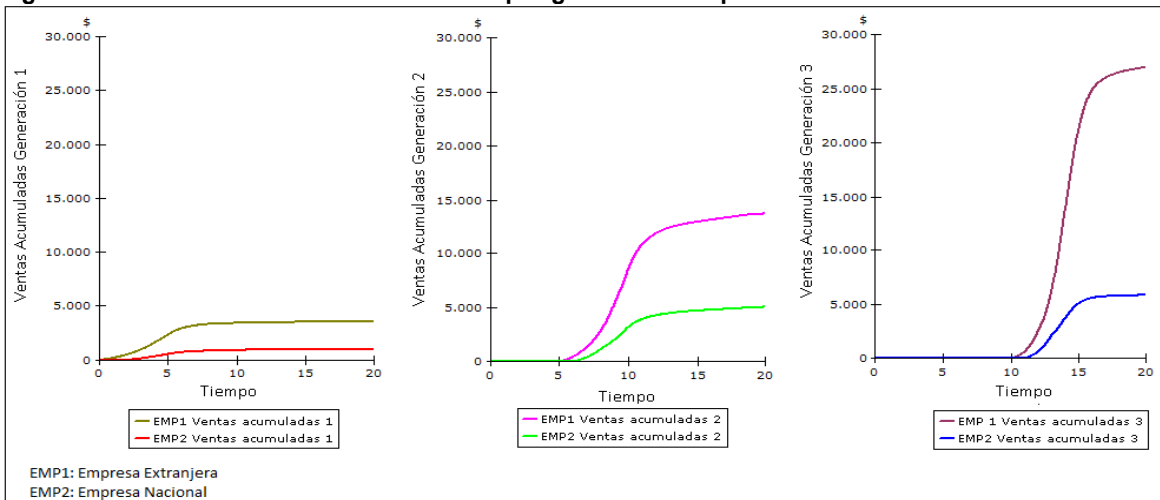


Figura 5-7. Escenario 2: ventas acumuladas por generación de producto



5.2.4 Escenario 3

Empresa extranjera pionera en el mercado y empresa nacional incrementa inversiones en capacidades y reduce precios.

En este escenario de simulación la empresa extranjera mantiene las características mencionadas en el escenario base. La empresa nacional, después de obtener resultados significativos en el escenario anterior, incrementa nuevamente el porcentaje de inversión en I+D y Mercadeo, logrando los mismos porcentajes que tiene la empresa extranjera; además, logra establecer una estrategia de reducción adicional de precios, sobre la base de una proyección más favorable de ventas. Esto es posible, ya que los costos asociados al producto no se encuentran en la generación de las múltiples copias, sino en los costos de desarrollo inicial; por lo tanto, en un tiempo determinado, el costo marginal del producto tiende a cero, permitiéndole a la empresa reducir sus precios. La Tabla 5-5 resume los parámetros del escenario de simulación.

Tabla 5-5. Parámetros del escenario 3

Parámetro	Escenario 3	
	Empresa Extranjera	Empresa Nacional
Tiempo de entrada	0	2
Número de generaciones	3	3
Tiempo lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	2 ; 6 ; 11
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200 2 < t < 4 = 180 4 < t < 8 = 150 8 < t < 20 = 100	4 < t < 6 = 170 6 < t < 8 = 150 8 < t < 12 = 120 12 < t < 20 = 80
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180 7 < t < 9 = 160 9 < t < 20 = 140	9 < t < 11 = 150 11 < t < 13 = 130 13 < t < 20 = 110
Precios Generación 3	10 < t < 12 = 160 12 < t < 14 = 140 14 < t < 20 = 120	13 < t < 15 = 130 15 < t < 19 = 110 19 < t < 20 = 90
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	20%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	10%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	20%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.3
Capacidad inicial de Mercadeo	0.5	0.3
Capacidad inicial de Direccionamiento	0.5	0.3

En la Figura 5-8 se observa el incremento de las capacidades de innovación de la empresa nacional, logrando reducir la diferencia con la competencia. En escenarios anteriores, se observa que la brecha es mayor, haciendo evidente la superioridad de la empresa extranjera en el mercado. Como resultado de las estrategias de inversión en capacidades de innovación, en conjunto con los niveles de precios y los tiempos de

entrada en el mercado y de lanzamiento de nuevas generaciones de producto, la empresa nacional logra acumular capacidades de innovación significativas (ver [Tabla 5-8](#)).

La Figura 5-9 muestra el incremento de los niveles de ventas por cada generación de producto. Gracias a las inversiones realizadas en capacidades de innovación y a la estrategia de reducción de precios, la empresa nacional logra incrementar las ventas pero mantiene la participación en el mercado; la [Tabla 5-7](#) muestra el porcentaje de las ventas de cada empresa por escenario de simulación, lo que significa que la empresa extranjera mantiene su ventaja competitiva en el mercado, sin necesidad de hacer inversiones adicionales o establecer nuevas estrategias de precios, ya que sus condiciones en el mercado no han variado en los escenarios de simulación.

Figura5-8. Escenario 3: capacidades de innovación acumuladas

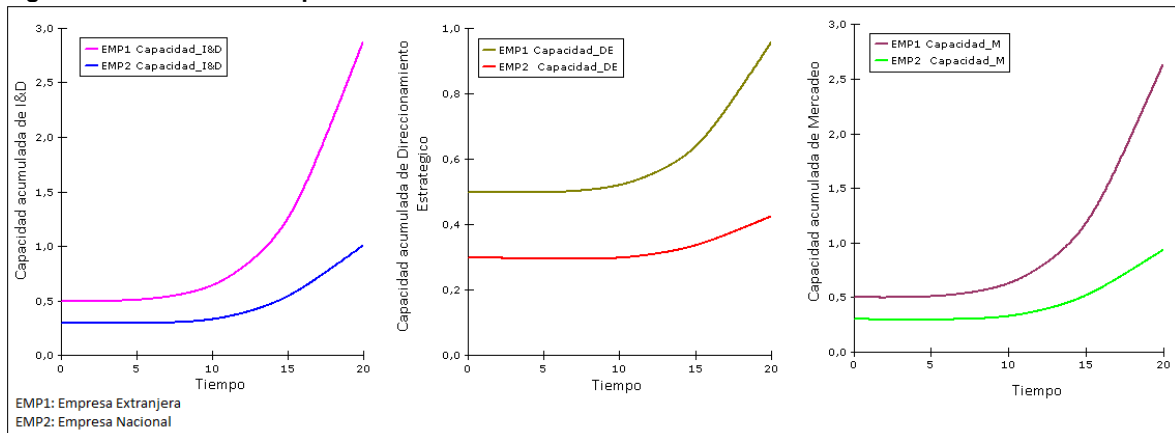
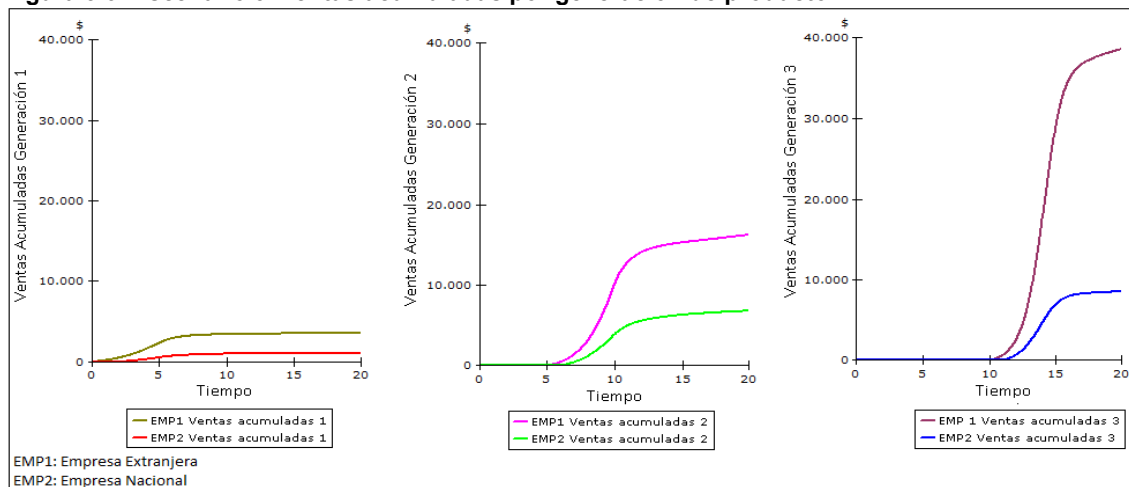


Figura 5-9. Escenario 3: ventas acumuladas por generación de producto



5.2.5 Escenario 4

Empresa extranjera pionera en el mercado y empresa nacional incrementa inversiones en capacidades, reduce tiempo de entrada, de lanzamiento de generaciones y reduce precios.

La empresa extranjera tiene las mismas características mencionadas en el escenario base. La empresa nacional reduce el tiempo de entrada al mercado y de lanzamiento de las generaciones de productos, manteniendo las demás condiciones como en el escenario 3. La Tabla 5-6 muestra los datos de simulación para este escenario.

Tabla 5-6. Parámetros del escenario 4

Parámetro	Escenario 4	
	Empresa Extranjera	Empresa Nacional
Tiempo de entrada	0	1
Número de generaciones	3	3
Tiempo lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	1 ; 6 ; 10
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200 2 < t < 4 = 180 4 < t < 8 = 150 8 < t < 20 = 100	4 < t < 6 = 170 6 < t < 8 = 150 8 < t < 10 = 120 10 < t < 20 = 80
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180 7 < t < 9 = 160 9 < t < 20 = 140	9 < t < 11 = 150 11 < t < 13 = 130 13 < t < 20 = 110
Precios Generación 3	10 < t < 12 = 160 12 < t < 14 = 140 14 < t < 20 = 120	13 < t < 15 = 130 15 < t < 19 = 110 19 < t < 20 = 90
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	20%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	10%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	20%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.3
Capacidad inicial de Mercadeo	0.5	0.3
Capacidad inicial de Direccionamiento	0.5	0.3

En este escenario se obtuvieron los resultados más significativos en términos de competitividad y crecimiento de la empresa colombiana. En la Figura 5-11 se observa que las ventas de esta empresa se han incrementado en cada una de sus generaciones de producto; en este caso, la empresa nacional logró obtener el 36% de las ventas totales, lo cual indica que la empresa nacional debe hacer inversiones significativas en sus capacidades de innovación y crear condiciones propicias para entrar en mercados competidos con altos niveles de capacidades iniciales y tiempos de entrada similares a los de las empresas líderes en el mercado, cerrando la brecha existente entre las empresas extranjeras y las nacionales.

Respecto a las capacidades de innovación, aunque se observa que la brecha entre ambas empresas todavía es significativa, la empresa nacional logra mantener un crecimiento en la acumulación de sus capacidades que no se había logrado en escenarios anteriores; en la Figura 5-10 se pueden observar las capacidades de innovación acumuladas de cada empresa.

Figura 5-10. Escenario 4: capacidades de innovación acumuladas

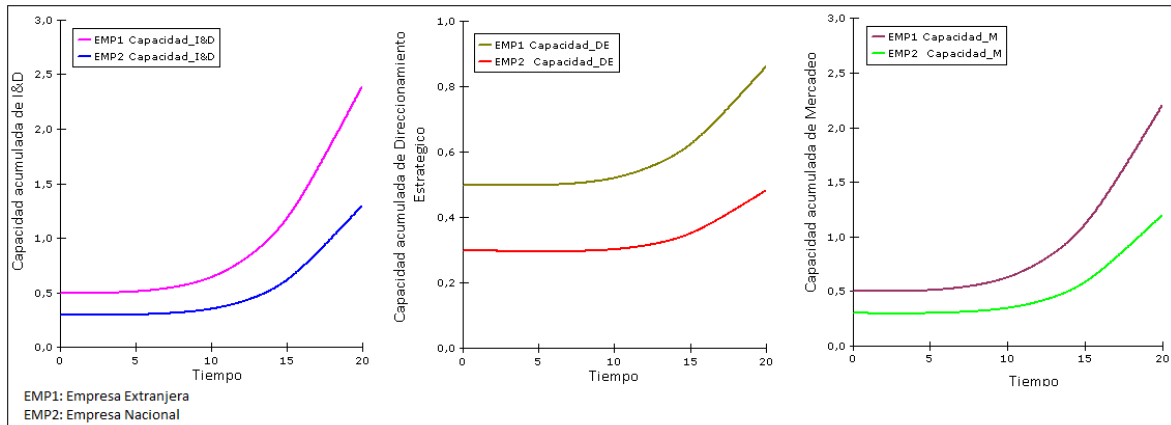
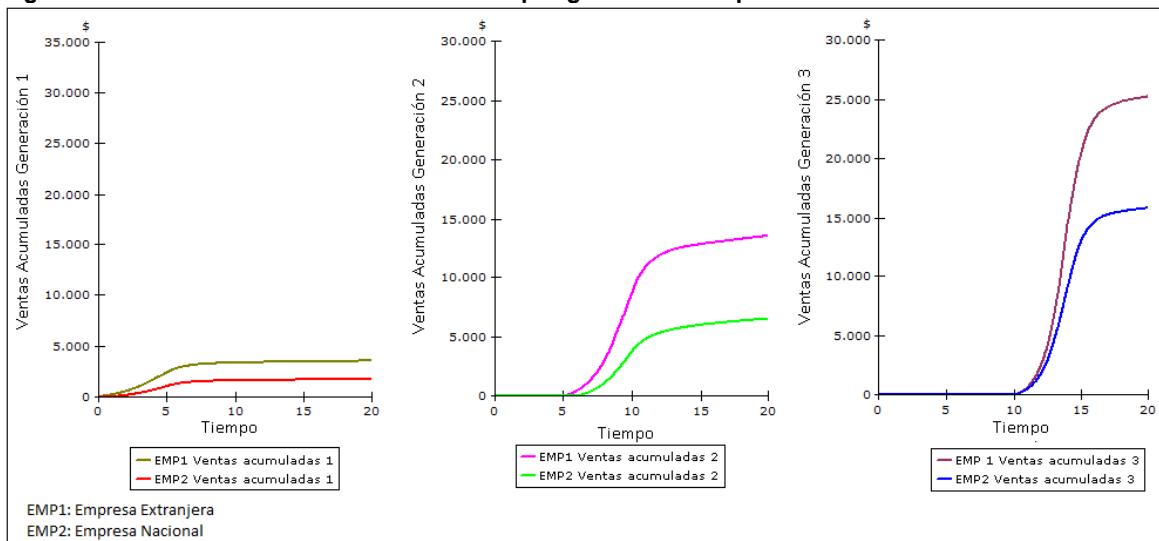


Figura 5-11. Escenario 4: ventas acumuladas por generación de producto



En los escenarios 3 y 4 es mucho más evidente el crecimiento de las ventas de las nuevas generaciones de productos, Figuras 5-10 y 5-11, lo que permite concluir que el éxito de las nuevas generaciones de productos en un mercado competitivo, depende de una combinación adecuada de:

- un nivel inicial de capacidades de innovación que asegure una base significativa de capacidades desde el comienzo;
- una estrategia agresiva de inversión en capacidades de innovación (en este estudio resumidas en capacidades de I+D, de Direccionamiento Estratégico y de Mercadeo);
- una estrategia de entrada al mercado y de lanzamiento de nuevos productos que busque recortar el retraso frente a la competencia y, eventualmente, eliminarlo;
- y una estrategia de precios que explote la estructura de costos favorable de la industria colombiana y las posibilidades de recuperación de las inversiones a través de una base de usuarios en expansión.

5.2.6 Resumen de resultados de simulación

La tabla 5-7 nos muestra cómo a través de las simulaciones se incrementan las ventas de la empresa nacional a medida que mejoran las condiciones de las variables estratégicas.

Tabla 5-7. Porcentaje de ventas finales de los escenarios de simulación.

Escenarios	% de ventas	
	Empresa extranjera	Empresa nacional
Base	95%	5%
1	95%	5%
2	79%	21%
3	78%	22%
4	64%	36%

La Tabla 5-8 muestra cómo se reduce la brecha entre las capacidades acumuladas de la empresa nacional y la extranjera. En el escenario base la capacidad de I+D tiene un valor inicial de 0,12 y se logra incrementar hasta 1,3 en el escenario 4. Estos crecimientos en las capacidades finales de la empresa nacional indican un crecimiento significativo para esta variable; sin embargo, no logra alcanzar los niveles competitivos de las empresas extranjeras, que tienen mayores capacidades iniciales y ventajas competitivas en el mercado. Este mismo comportamiento puede observarse en las otras capacidades, unas con mayor crecimiento que otras, dependiendo de la inversión en cada una de ellas.

Tabla 5-8. Resumen de Capacidades acumuladas al final de las simulaciones

Escenarios	Capacidad final de I+D			Capacidad final de Direccionamiento Estratégico			Capacidad final de Mercadeo		
	Empresa extranjera	Empresa nacional	Diferencia	Empresa extranjera	Empresa nacional	Diferencia	Empresa extranjera	Empresa nacional	Diferencia
Base	3,28	0,12	3,16	1,04	0,09	0,95	3,00	0,25	2,75
1	3,18	0,16	3,02	1,02	0,11	0,91	2,91	0,25	2,66
2	2,43	0,62	1,81	0,87	0,39	0,48	2,24	0,25	1,99
3	2,87	1,01	1,86	0,96	0,43	0,53	2,63	0,94	1,69
4	2,39	1,3	1,09	0,86	0,48	0,38	2,20	1,2	1,00

6. Conclusiones y recomendaciones

Después de analizar los resultados de las cinco simulaciones se concluye que no es suficiente la variación de alguna de las variables del modelo, es necesario analizar casos más complejos donde se tengan en cuenta todas las variables de la organización que están relacionadas con la acumulación de capacidades tecnológicas. Es así como se demuestra que el sistema de innovación organizacional debe mirarse como un sistema en el que están involucradas todas las áreas de una organización.

Si bien es difícil cerrar la brecha existente entre las empresas extranjeras y las nacionales, relacionada con la acumulación de capacidades, es evidente que a medida que se incrementan las inversiones, en las capacidades más relevantes para estas empresas, las empresas nacionales mejoran su competitividad en el mercado, esto se ve reflejado en los niveles de ventas adquiridos y en el porcentaje de participación, tal cual como se muestra en la tabla 5-6, a medida que mejoran las condiciones de la empresa nacional, de un escenario a otro, se incrementa su porcentaje de ventas respecto a la empresa extranjera.

Los resultados significativos que muestran mejores desempeños de las empresas nacionales permite concluir que el éxito de las nuevas generaciones de productos en un mercado competitivo, depende de una combinación adecuada de:

- un nivel inicial de capacidades de innovación que asegure una base significativa de capacidades desde el comienzo;
- una estrategia agresiva de inversión en capacidades de innovación (en este estudio resumidas en capacidades de I+D, de Direccionamiento Estratégico y de Mercadeo);
- una estrategia de entrada al mercado y de lanzamiento de nuevos productos que busque recortar el retraso frente a la competencia y, eventualmente, eliminarlo;

- y una estrategia de precios que explote la estructura de costos favorable de la industria colombiana y las posibilidades de recuperación de las inversiones a través de una base de usuarios en expansión.

Para lograr una posición competitiva en el mercado, donde participan empresas extranjeras con altas capacidades tecnológicas que les permiten ser pioneras, es necesario establecer estrategias de inversión en las capacidades, tema en el que las empresas colombianas tienen falencias; las más importantes son la capacidad de Investigación y Desarrollo, capacidad de Direccionamiento Estratégico y la capacidad de Mercadeo. Además, es necesario establecer estrategias de precios y de entrada al mercado de acuerdo a la acumulación de capacidades que tenga la empresa nacional; esta acumulación se logra en el tiempo gracias a las inversiones que se realicen.

Es por esto que las empresas colombianas de software, en gran porcentaje pymes, deben apoyarse en los recursos gubernamentales que buscan fortalecer las actividades de I+D, direccionamiento estratégico y de mercadeo como principales capacidades de innovación para lograr ventajas competitivas en un mercado cada vez más cambiante y exigente. Por lo tanto, es necesario plantear alianzas estratégicas que vinculen recursos de entidades gubernamentales, universidades y la empresa privada que apoyen el crecimiento y desarrollo de este sector, propiciando el ingreso al mercado internacional de empresas locales con niveles significativos de capacidades iniciales, de tal forma que la brecha respecto a las empresas internacionales se reduzca tanto como sea posible.

La acumulación de capacidades de Investigación y Desarrollo requiere que las organizaciones formalicen procesos de I+D, de tal forma que estén alineados con la estrategia organizacional. Reducir la informalidad de los procesos de innovación en las organizaciones es generar estrategias ofensivas, que busquen ofrecer al mercado nuevos productos. Para que el proceso formal de I+D en una organización sea exitoso se requiere además de una alta inversión, una mentalidad abierta al cambio que involucre la alta gerencia y a cada uno de los empleados de las diferentes áreas, donde el conocimiento sea el más importante de los productos de la organización.

Los procesos de I+D involucran estudios e implementación de metodologías que mejoren las prácticas de desarrollo de software, que aporten a la reducción de costos operativos,

nuevas herramientas tecnológicas que hagan los procesos más eficientes, análisis de las necesidades del mercado y contribuciones a la solución de problemas de los clientes.

La capacidad de Direccionamiento Estratégico en la industria del software colombiana se debe enfocar a la definición de la estrategia de innovación organizacional que se soporten en la realización de análisis prospectivos de la industria, en la definición del estilo de gerencia orientado a la innovación y a la gestión del conocimiento, y en las habilidades organizacionales para realizar análisis interno y externo que permitan definir planes de mejoramiento y estrategias que se adapten a los cambios del entorno para sobresalir en los mercados competitivos nacionales e internacionales.

La inversión en capacidad de Mercadeo orienta a las empresas colombianas de software a fortalecer sus habilidades para identificar las necesidades actuales y futuras del mercado, para comercializar sus productos, gestionar indicadores de ventas y participación en el mercado, así como realizar vigilancia y prospectiva tecnológica que fortalezca la toma de decisiones en la inversión en I+D.

Finalmente, para definir una estrategia de innovación es necesario analizar en detalle a la organización de tal forma que se pueda establecer una línea base de cada una de sus capacidades, para luego, dependiendo del direccionamiento organizacional, identificar los puntos críticos que se deban fortalecer y las variables a las cuales se deba dar prioridad en el momento de la inversión, ya sea para fortalecer capacidades de I+D, de Direccionamiento Estratégico o de Mercadeo.

Referencias

- Aguirre J.J. (2010a). Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Aguirre J.J. (2010b). Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: caso fábricas de software. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Arora, A., & Gambardella, A. (2005). The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel. Oxford University Press.
- CEPAL. (2009). Desafíos y oportunidades de la industria del Software en América Latina. Colombia: Mayol Ediciones S.A. Retrieved from <http://www.colombiadigital.net/newcd/dmdocuments/>
- Chanda, U., & Bardhan, A. (2008). Modelling innovation and imitation sales of products with multiple technological generations. *Journal of High Technology Management Research*, 18(2), 173–190.
- Colombia. Departamento Nacional de Planeación. (2007). Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad Serie Documentos Sectoriales – Software. Retrieved from www.dnp.gov.co
- Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2008). Desarrollando el sector de TI como uno de clase mundial. Retrieved from <http://www.mincomercio.gov.co>

- Cruz, C. (2007). Los determinantes y las consecuencias de las estrategias de innovación; un análisis del sector manufacturero y de servicios de España. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Fedesoft. (2008). Sector de TI y competitividad. Retrieved from www.camaradirecta.com
- Fedesoft. (2010). Sector de TI en Colombia año 2010 y proyecciones 2013. Retrieved from http://www.fedesoft.org/sites/default/files/TI_Colombia_-_Cifras_Fedesoft.pdf
- Fedesoft. (2011). Informe de cifras del sector del software y servicios relacionados 2005-2010. Retrieved from http://www.fedesoft.org/sites/default/files/Informe_Cifras_Soft_y_serv__2005-2010_1.pdf
- Forrester, J. (1968). Industrial Dynamics - after the first decade. *Management Science*, 14, 398–415.
- Fowler, A. (2003). Systems modelling, simulation, and the dynamics of strategy. *Journal of Business Research*, 56(2), 135–144. doi:10.1016/S0148-2963(01)00286-7
- Freeman, C. (1982). *The Economics of Industrial Innovation* (2nd ed.). London: Francis Pinter.
- Gary, M. S., Kunc, M., Morecroft, J. D. W., & Rockart, S. F. (2008). System dynamics and strategy. *System Dynamics Review*, 24(4), 407–429. doi:10.1002/sdr.402
- López, A. (2003). Innovación y propiedad intelectual en la industria del software y los servicios informáticos. Situación y perspectivas para los países en desarrollo. Informe de la Reunión Regional OMPI-CEPAL sobre el Sistema Nacional de Innovación: Propiedad Intelectual, Universidad y Empresa. Presented at the

Reunión Regional OMPI-CEPAL sobre el Sistema Nacional de Innovación, Santiago de Chile.

López, A. (2009). Complementación productiva en la industria del software en los países del Mercosur: impulsando la integración regional para participar en el mercado global (p. 216). Suiza: Swiss Agency for Development and Cooperation –SCD. Retrieved from <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2009/03310.pdf>

Lyneis, J. M. (1999). System dynamics for business strategy: a phased approach. *System Dynamics Review*, 15, 37–70.

Maier, F. H. (1998). New product diffusion models in innovation management—a system dynamics perspective. *System Dynamics Review*, 14(4), 285–308. doi:10.1002/(SICI)1099-1727(199824)14:4<285::AID-SDR153>3.0.CO;2-F

Norton, J., & Bass, F. (1987). A Diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High-Technology Products. *Management Science*, 33(9), 1069–1086.

Osorio, H.S., & Hernández, I.D. (2011). Modelo de Simulación del Sistema Sectorial de Innovación de la Industria Colombiana de Software. Presented at the ALTEC: Memorias del XIV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, Lima (Perú).

Palomino, K. (2011). Estudio del comportamiento de la industria del software en Colombia ante escenarios de capacidades de innovación y ventajas comparativas por medio de dinámica de sistemas. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (2006). The Core Competence of the Corporation. In D. Hahn & B. Taylor (Eds.), *Strategische Unternehmensplanung — Strategische Unternehmensführung* (pp. 275–292). Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Robledo, J. (2010a). *Gestión de las capacidades de innovación tecnológica para la competitividad de las empresas antioqueñas de software*. Medellín.
- Robledo, J. (2010b). *Introducción a la gestión tecnológica*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Robledo, J. (2010c). *Gestión de las capacidades de innovación tecnológica para la competitividad de las empresas antioqueñas de software*. Medellín.
- Robledo, J., Aguilar J.J., & Pérez J.D. (2011). *Modelo conceptual y aplicativo informático para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en PYMES del sector eléctrico colombiano*. Presented at the XIV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC, Lima (Perú).
- Robledo, J., & Ceballos, Y. (2008). *Estudio de un sistema de innovación utilizando dinámica de sistemas*. *Cuadernos de Administración*, 21(35), 127–159.
- Robledo, J., Gómez, F., & Restrepo, J. (2008). *Relación entre capacidades de innovación tecnológica y desempeño empresarial en Colombia*. Presented at the *Memorias del Primer Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Business dynamics. Boston: McGraw-Hill.
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). *Dynamic capabilities and strategic management*. *Strategic Management Journal*, 18, 509–533.

Villalba, M. L. (2012). El papel de las Multinacionales en el crecimiento de la Industria Colombiana del Software: Un análisis sistémico desde la perspectiva de las Capacidades de Innovación Tecnológica. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Warren, K. (1999). The Dynamics of Strategy. *Business Strategy Review*, 10, 1–16.