



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **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**

**María Luisa Villalba Morales**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas, Escuela Ingeniería de la Organización  
Medellín, Colombia  
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**

**María Luisa Villalba Morales**

Tesis presentada 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

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Escuela Ingeniería de la Organización

Medellín, Colombia

2011



## **Agradecimientos**

A Colciencias, entidad financiadora 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 y a la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín por la contrapartida otorgada.

A los integrantes del equipo del proyecto, quienes hicieron aportes a este trabajo y crearon un ambiente propicio a la creatividad y el intercambio de ideas.

De manera muy especial, al profesor Jorge Robledo Velásquez, excelente tutor y amigo, por la valiosa orientación, la confianza y el apoyo que me brindó durante todo el desarrollo de este trabajo.

A todos los miembros del grupo de Investigación Innovación y Gestión Tecnológica de la Universidad Nacional, quienes en cada reunión permitían la creación de escenarios para el aprendizaje.

A cada una de las personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo y culminación de este trabajo.



## Resumen

El rol de las empresas multinacionales en la industrialización de una economía receptora es un tema de amplio debate, sobre todo cuando se trata de un país en desarrollo y de sectores industriales de alto dinamismo tecnológico y potencial de crecimiento como el del software. El tema ha sido abordado desde diferentes enfoques, debido a la diversidad de aspectos en los cuales influye la actividad de las multinacionales (de tipo económico, social y tecnológico, principalmente). Sin embargo, el análisis de la literatura especializada revela una ausencia notable de propuestas para relacionar la actividad de las multinacionales del software y la acumulación de capacidades de innovación tecnológica en las economías receptoras de países en desarrollo, integrando en el análisis los diferentes factores que afectan la dinámica del fenómeno. Este trabajo hace una contribución a la comprensión sistémica del comportamiento competitivo y colaborativo entre empresas nacionales y multinacionales, mediante una propuesta de modelo de simulación que toma como caso específico de análisis la industria colombiana de software. Para ello, se identifican aquellas variables y parámetros que representan los factores más significativos que gobiernan la dinámica de competencia, la dinámica de colaboración y la acumulación de capacidades de las empresas nacionales y las multinacionales. El fenómeno es analizado mediante escenarios de simulación del modelo propuesto, dando como resultado una mejor comprensión de la dinámica de acumulación de capacidades de innovación por parte de las empresas nacionales y de la importancia de las mismas para su crecimiento en mercados abiertos. A partir de esta mejor comprensión del fenómeno bajo estudio se derivan recomendaciones de política sectorial y de gestión empresarial, buscando propiciar la competitividad de las empresas nacionales en un mercado en el cual también participan empresas multinacionales.

**Palabras clave:** Capacidades de innovación tecnológica; Multinacionales; Industria del software; Dinámica de sistemas; Difusión competitiva; Colombia.

## Abstract

The role of the multinational firms in the industrialization of a host economy is a topic of wide debate, especially in developing country and industry of a high technological dynamism and potential growth like the software sector. The topic has been studied from different approaches, due to the diversity of aspects influenced by the activity of the multinationals (mainly economic, social and technological.). However, the analysis of the specialized literature reveals a notorious absence of proposals to relate activity of the software multinationals and the accumulation of technological innovation capabilities in the host economies of developing countries, integrating different factors that affect the phenomenon dynamic. This work makes a contribution to the systematic comprehension of the competitive and collaborative behavior between domestic and multinational firms through the proposal of a simulation model of the specific case of the analysis of the colombian software industry. For that purpose we identify those variables and parameters that represent the more significant factors that manage the competence dynamic, the collaborative dynamic and the accumulation of capacities of domestic and multinational firms. The phenomenon is analyzed through different scenarios, resulting in a better understanding of the dynamics of accumulation of innovation capabilities by domestic firms and their importance for growth in open markets. From this better understanding of the studied phenomenon derive sectorial policy recommendations and business management, in order to promote the competitiveness of domestic firms in a market in which multinational companies are also involved.

**Key Word:** Technological innovation capabilities; Multinationals; Software industry; System Dynamic; Competitive diffusion; Colombia.

# Contenido

	Pág.
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>viii</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>xii</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>xiv</b>
<b>Lista de abreviaturas</b> .....	<b>xv</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Innovación</b> .....	<b>23</b>
1.1 Capacidades de innovación tecnológica .....	24
1.2 Clasificación de las capacidades de innovación tecnológica.....	25
<b>2. Multinacionales</b> .....	<b>29</b>
2.1 Efectos sobre la economía o país anfitrión .....	30
2.1.1 Enfoque Económico- Productivo .....	31
2.1.2 Enfoque tecnológico.....	32
2.2 Variables asociadas a los efectos de las multinacionales .....	35
2.2.1 Análisis de las variables económicas .....	40
2.2.2 Análisis de las variables tecnológicas .....	41
2.3 Innovación, capacidades y multinacionales .....	45
<b>3. Particularidades de la industria del software</b> .....	<b>47</b>
3.1 Clasificación de los productos de software .....	48
3.2 Efectos directos de red .....	48
3.3 Estrategia de precio.....	48
3.4 Generaciones tecnológicas.....	49
3.5 Comportamiento de las ventas de productos de software.....	50
3.6 La piratería .....	51
3.7 Software libre y software propietario .....	52

3.8	Software en Colombia .....	53
<b>4.</b>	<b>Modelamiento y simulación .....</b>	<b>57</b>
4.1	Modelos de simulación .....	58
4.2	Dinámica de Sistemas .....	60
4.3	Perspectiva sistémica de los efectos de las multinacionales .....	62
<b>5.</b>	<b>El modelo.....</b>	<b>65</b>
5.1	Propósito.....	65
5.2	Estructura.....	65
5.3	Hipótesis Dinámica.....	70
5.3.1	Estructura de competencia .....	70
5.3.2	Estructura de colaboración .....	73
5.4	Descripción del modelo .....	75
5.4.1	Subsistema de difusión.....	76
5.4.2	Acumulación de capacidades .....	77
5.4.3	Estrategia de precios .....	78
5.4.4	Efectos sobre la probabilidad de compra .....	79
5.4.5	Subsistema de colaboración .....	81
5.5	Validación del modelo .....	83
5.5.1	Consideraciones .....	83
5.5.2	Desarrollo de la validación .....	84
5.5.2.1	Pruebas directas.....	84
5.5.2.2	Pruebas de comportamiento.....	86
5.6	Implementación del modelo.....	87
<b>6.</b>	<b>Simulación de escenario y análisis de resultados .....</b>	<b>91</b>
6.1	Escenario 0: Igualdad de condiciones .....	92
6.2	Escenario 1 .....	94
6.3	Escenario 2 .....	96
6.4	Escenario 3 .....	98
6.5	Escenario 4 .....	101
6.6	Escenario 5 .....	103
6.7	Escenario 6 .....	104
<b>7.</b>	<b>Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro.....</b>	<b>109</b>
7.1	Conclusiones.....	109

---

7.2	Recomendaciones .....	111
7.3	Trabajo futuro .....	114
<b>A.</b>	<b>Anexo: Definición de parámetros.....</b>	<b>117</b>
	<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>123</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1-1 Tejido industrial de la industria del software y servicios asociados para Antioquia.....	18
Figura 3-1 Ejemplo del crecimiento en "s" de las ventas..	50
Figura 3-2 Modos de de referencia del crecimiento de la tasa de ventas de firmas productoras de software estandarizado .....	51
Figura 4-1 Relación entre empresas nacionales, multinacionales y las capacidades de innovación tecnológica.....	57
Figura 4-2 Sistemas productivo y tecnológico .....	63
Figura 4-3 Sistema abierto de innovación – convencional.....	64
Figura 5-1 Estructura del modelo .....	66
Figura 5-2. Diagrama Causal - Competencia .....	71
Figura 5-3 Diagrama Causal -Colaboración .....	74
Figura 5-4 Esquema general del modelo.....	76
Figura 5-5 Diagrama de Forrester del subsistema de difusión .....	77
Figura 5-6 Modelo de acumulación de capacidades .....	78
Figura 5-7 Posibles estrategias de precios.....	79
Figura 5-8 Estrategia de precios .....	79
Figura 5-9 Sumatoria de efectos .....	80
Figura 5-10 Efectos de red.....	80
Figura 5-11 Efecto de las capacidades .....	81
Figura 5-12 Ventas empresa nacional en colaboración y efecto en las ventas de la multinacional.....	82
Figura 5-13 Efectos en las capacidades por alianza o contratación de ex empleados de MNC .....	82
Figura 5-14 Dinámica de la alianza estratégica.....	83
Figura 5-15 Prueba extrema coeficientes de innovación e imitación nulos.....	85
Figura 5-16 Prueba extrema no inversión en capacidades – disminución de capacidades .....	85
Figura 5-17 Prueba extrema no inversión en capacidades – disminución de las ventas ..	86

---

Figura 5-18 Prueba de comportamiento en “S” de la difusión de un producto que cuenta con tres generaciones, lanzadas en los tiempos 0, 5 y 10.....	87
Figura 5-19 Comportamiento promedio de los nuevos adoptadores potenciales.....	89
Figura 5-20 Modo de referencia para visualizar tiempos de lanzamientos de las diferentes generaciones de producto.....	89
Figura 6-1 Ejes figuras de ventas y capacidades.....	92
Figura 6-2 Escenario 0 - Nivel de ventas acumuladas.....	93
Figura 6-3 Escenario 0 - Acumulación de capacidades.....	93
Figura 6-4 Escenario 1 - Nivel de ventas acumuladas.....	95
Figura 6-5 Escenario 1 - Acumulación de capacidades.....	96
Figura 6-6 Escenario 2 - Nivel de ventas acumuladas.....	98
Figura 6-7 Escenario 3 - Nivel de ventas acumuladas.....	100
Figura 6-8 Escenario 3 - Acumulación de capacidades.....	100
Figura 6-9 Escenario 4 - Nivel de ventas acumuladas.....	102
Figura 6-10 Escenario 4 - Acumulación de capacidades.....	102
Figura 6-11 Escenario 5 - Ventas acumuladas.....	104
Figura 6-12 Escenario 6a - Nivel de ventas acumuladas.....	105
Figura 6-13 Escenario 6b - Ventas acumuladas.....	106
Figura 6-14 Escenario 6a - Diferencia en la acumulación de capacidades para la empresa colaboradora y para la empresa competidora.....	107
Figura 6-15 Escenario 6b - Diferencia en la acumulación de capacidades para la empresa colaboradora y para la empresa competidora.....	107

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1-1 Capacidades de innovación tecnológica. ....	28
Tabla 2-1 Efectos de las multinacionales en Irlanda, Israel e India. ....	34
Tabla 2-2 Variables relacionadas con la transferencia de conocimiento.....	35
Tabla 2-3 Variables relacionadas directamente con el desarrollo económico.....	38
Tabla 2-4 Combinatoria de los tipos de alianzas .....	44
Tabla 2-5 Movimientos entre tipo de empresas.....	45
Tabla 3-1 Multinacionales en la industria del software colombiana. ....	53
Tabla 5-1 Condiciones para el establecimiento de alianzas .....	69
Tabla 5-2 Tipos de variables usados en el diagrama de Forrester .....	75
Tabla 6-1 Parámetros del escenario 1 .....	94
Tabla 6-2 Parámetros del escenario 2 .....	97
Tabla 6-3 Parámetros del escenario 3 .....	99
Tabla 6-4 Parámetros del escenario 4 .....	101

## Lista de abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
MNC o MNE	Empresa multinacional
NAL	Empresa nacional
CAP	Capacidad de Innovación Tecnológica*
I+D o I&D	Investigación y Desarrollo Experimental
M	Mercadeo
DE	Direccionamiento estratégico
PYME	Pequeña y mediana empresa en Colombia

\*Debido a la alta frecuencia de uso de este término se aclara que cuando se habla de "capacidades" o "capacidades de innovación" se hace referencia a "capacidades de innovación tecnológica".



# Introducción

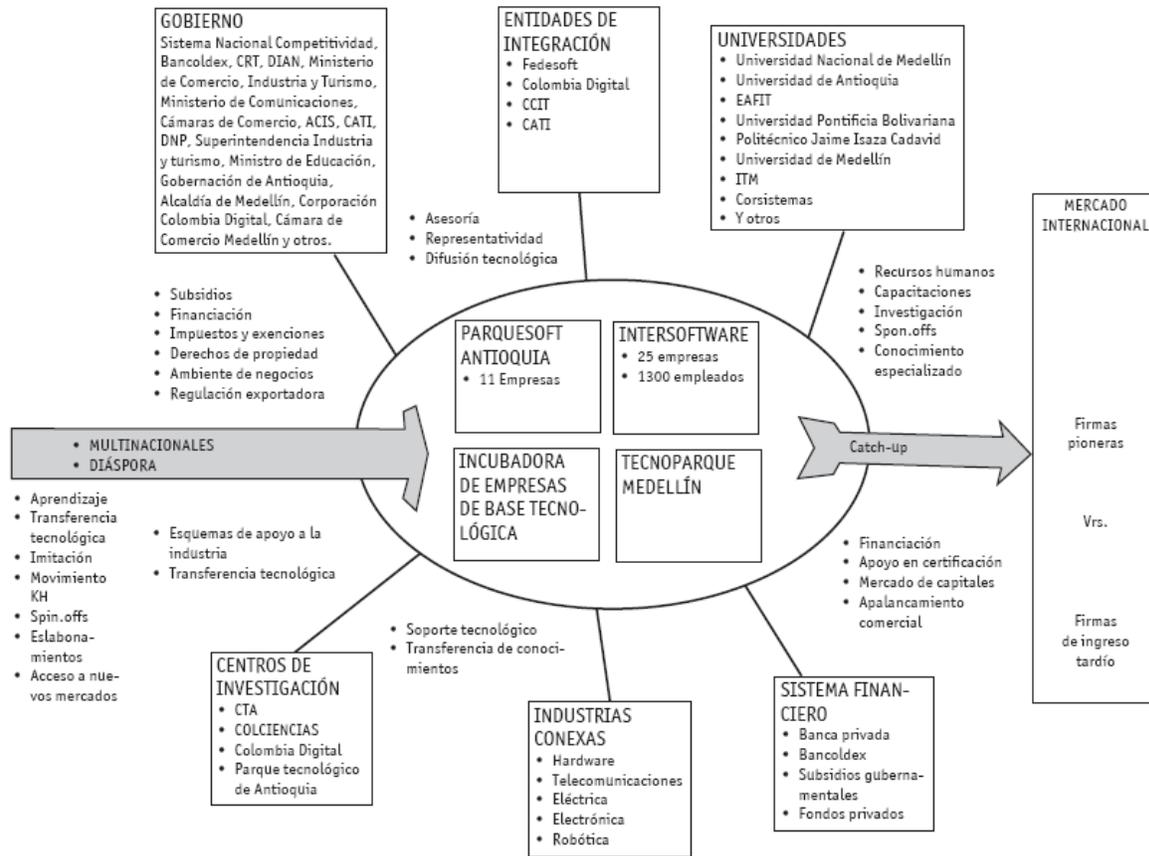
La industria del software hace parte del sector de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), principal responsable de las dinámicas de cambio del actual sistema tecno-económico mundial (Freeman & Soete, 1997). En el contexto de la política pública colombiana, este sector se considera estratégico para fomentar la competitividad y la igualdad de oportunidades (Mincomunicaciones, 2008, pág. 4); más específicamente, el desarrollo de la industria del software y tecnologías relacionadas es uno de los objetivos estratégicos de la política, responsabilidad asignada al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (p. 87) y a COLCIENCIAS (p. 124).

Sin embargo, la dinámica de crecimiento de la industria del software involucra múltiples agentes que se relacionan en sistemas productivos y de innovación de múltiples características que la hacen compleja y de gran interés en los ámbitos industrial, político y académico. Como ejemplo de ello, se tiene la caracterización de la industria antioqueña del software (ver Figura 1-1).

Una de las características de esta industria es la necesidad de una constante innovación, que le permita garantizar su permanencia y crecimiento en el mercado internacional. Al respecto, Raffa & Zollo, en un estudio sobre la economía del software, concluyen que “las empresas que no son capaces de sostener niveles satisfactorios de capacidades de innovación en el tiempo muestran un débil desempeño en términos de competitividad y resultados económicos” (Raffa & Zollo, 1998, citado por Capaldo, Landoli, & Raffa, 2003, pág. 343, traducción de la autora). Este débil desempeño, en las actuales condiciones cambiantes del mercado, se vuelve una segura salida del mercado. En este sentido, la acumulación de capacidades de innovación ha venido tomando importancia, sobre todo para las pequeñas y medianas empresas de software que surgen en un contexto de

economía en desarrollo y buscan ingresar tardíamente al mercado global (Arora & Gambardella, 2005).

Figura 1-1 Tejido industrial de la industria del software y servicios asociados para Antioquia (Hernández & Castañeda, 2010)



De igual manera, se ha identificado que las multinacionales juegan un papel muy importante en la acumulación de capacidades. Las multinacionales son agentes económicos principales porque representan ventajas sobre las empresas nacionales: una de carácter tecnológico y otra de mercado (Sampedro & Vera Cruz, 2003), lo cual hace imperativo examinar la capacidad de innovación que pueda surgir de su interacción con las empresas nacionales (D'Costa, 2002).

En la actualidad, la literatura que describe los efectos (directos e indirectos) de las multinacionales en la economía receptora es abundante; sin embargo, dichos estudios

son principalmente econométricos o descriptivos (Latorre, 2008), a diferencia de la investigación realizada por Latorre, Bajo-Rubio, & Gómez-Plana (2009), quienes modelan el efecto de este tipo de empresas a través del nivel de participación en la producción y el capital del país. A esto se suma que existe gran variedad en los enfoques y factores de análisis, centrándose principalmente en las repercusiones tecnológicas (Görg & Strobl, 2002). Entre estos factores se encuentran los relacionados con la transferencia de conocimiento y los efectos económicos.

Con base en lo anterior, las empresas nacionales de software, además de la necesidad de establecer estrategias de innovación para ser competitivas, también deben contemplar decisiones importantes ante la presencia de empresas multinacionales, teniendo en cuenta si las ven como competidoras o potenciales generadoras de mercado.

Frente a estos posibles escenarios, fruto de la presencia de multinacionales, se evidencia en la literatura especializada una brecha de conocimiento que es preciso cerrar con una mayor comprensión de los factores que gobiernan el comportamiento del fenómeno. El presente trabajo busca hacer una contribución en este sentido, mediante una propuesta de modelo de simulación en Dinámica de Sistemas que aporte a la comprensión sistémica del comportamiento competitivo y colaborativo entre multinacionales y empresas nacionales de economías en desarrollo, tomando como caso de análisis la industria colombiana del software.

Como resultado de este trabajo, se propone un modelo de simulación que permite visualizar y entender, mediante el establecimiento de escenarios, los efectos producidos por las empresas multinacionales a través de la identificación de las variables e interacciones principales con las empresas nacionales de software. De este modo, se busca contribuir a un mejor entendimiento del papel de las multinacionales en las dinámicas de acumulación de capacidades de innovación y crecimiento de las empresas locales, para así poder contar con bases sólidas para la definición de políticas y estrategias que le permitan a las empresas nacionales mejorar su nivel de competitividad ante la presencia de multinacionales.

Cabe aclarar que, como todo modelo, es necesario limitar el sistema a estudiar, para así poder concluir de manera más concreta sobre aquellas variables de interés, teniendo que

excluir una cantidad significativa de características y aspectos que también hacen parte de la problemática asociada a la industria del software; pero que pueden ser contempladas en otros estudios<sup>1</sup>. En este sentido, durante la construcción del documento se hacen explicaciones sobre las limitaciones del modelo.

Durante la realización del trabajo se presentaron dificultades asociadas a la recolección de la información que reflejara la realidad de la industria del software colombiana. Se esperaba contar con información de primera mano otorgada por los empresarios (principalmente de la ciudad de Medellín) y que la literatura ofreciese información apropiada para la construcción de este tipo de modelos. A falta de esta información, los problemas se presentaron durante la calibración, la estimación de parámetros y la validación del modelo. Para suplir estas falencias, se recurrió a datos puntuales de algunos estudios colombianos y a propuestas de la autora basada en literatura internacional y nacional. Todo lo anterior con el fin de que el modelo tuviese valores próximos a la realidad colombiana.

Este documento está estructurado de la siguiente manera:

- En el primer capítulo se hace claridad sobre el proceso de innovación y la dinámica de acumulación de capacidades de innovación.
- El segundo capítulo incluye el estado del arte correspondiente a la temática de las multinacionales: definición, enfoques de estudio y las variables que permiten evaluar el efecto que éstas pueden tener en la economía anfitriona.

---

<sup>1</sup> Dentro del proyecto de investigación en el cual se enmarca esta tesis, existen otros trabajos cuyo alcance es el entendimiento global de la problemática de la industria del software. Martínez S. & Arango S. adelantan el trabajo: Análisis de la Industria del Software en Colombia: Una Aproximación con Dinámica de Sistemas.

- 
- En el tercer capítulo se describen las particularidades de la industria del software, aspectos importantes para la definición de las diferentes estrategias que puede tomar una empresa ante su necesidad de mantener la competitividad.
  - En el cuarto capítulo se presenta el estado del arte concerniente a los modelos de simulación en los cuales se analiza el fenómeno de difusión de innovación, al igual que la justificación del uso de Dinámica de Sistemas como método para mejorar la comprensión del fenómeno bajo estudio.
  - En el capítulo quinto se describe el modelo propuesto, al igual que los supuestos considerados y la validación realizada.
  - En el capítulo sexto se muestran los escenarios propuestos y el análisis de cada uno de ellos.
  - Para finalizar, en el capítulo séptimo se muestran las conclusiones y las recomendaciones derivadas de esta investigación, al igual que el trabajo futuro, el cual surge principalmente por las limitaciones y dificultades encontradas en el desarrollo de la tesis y la continuidad de la temática analizada.



# 1. Innovación

El cambio constante y acelerado al cual se enfrentan las empresas, es una de las razones por la cuales la innovación se convierte en un pilar para la definición del quehacer organizacional y de las estrategias de operación. Tanto así, que la capacidad de innovar es una característica común de las empresas exitosas. Este pilar se sustenta en la capacidad que tienen las empresas para movilizar conocimiento y para crear nuevos productos, procesos y servicios (Tidd, Bessant, & Pavitt, 2001).

Sin embargo, en torno al concepto de innovación se tienen diferentes interpretaciones, dependiendo del enfoque, corriente del autor y de los nuevos aportes hechos por los académicos. Es por esto que la OCDE encamina esfuerzos para establecer un concepto referencial, a partir del cual se puedan establecer procesos y criterios de comparación, entre empresas, regiones o países, en cuanto a la actividad innovadora. Como resultado se tiene el Manual de Oslo (OCDE, EUROESTAT, 2005). Este documento es una guía mundial que intenta normalizar el término, de tal manera que indiferentemente del rol que se tenga (empresarios, académicos, gobierno, etc.), se maneje uniformidad en el tema de innovación y competitividad, específicamente para lograr mediciones, comparaciones y análisis del desarrollo y resultado de las actividades de innovación.

En la tercera edición de dicho manual, la innovación se define como *“la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”* (OCDE, EUROESTAT, 2005, pág. 56).

Más allá del concepto de innovación, su medición también es compleja. Tal como lo establecen Guan & Ma (2003), la innovación tiene múltiples dimensiones y no se puede

valorar directamente, debido a que es un proceso en el cual participan e interactúan varios recursos que no pueden ser medidos de la misma manera.

## **1.1 Capacidades de innovación tecnológica**

El concepto de capacidades surge ante la necesidad de analizar la innovación en el contexto de las organizaciones que enfrentan escenarios competitivos, a través de la relación entre los recursos organizacionales y la competitividad. En ese sentido, existen diferentes enfoques y definiciones, asociadas al concepto de capacidades, lo cual implica que aún no se tenga una definición unificada; no obstante la evolución del concepto se puede identificar desde sus inicios en el trabajo de Lall (1992), quien afirmó que las capacidades son las habilidades y conocimientos necesarios para absorber efectivamente cierta información que permita mejorar y crear nuevas tecnologías.

En la literatura se pueden encontrar definiciones tanto de las capacidades tecnológicas como de las capacidades de innovación tecnológica. Estas últimas tienen un enfoque más amplio que las primeras y, de alguna forma, cobijan a las capacidades tecnológicas, tal como se ve en las definiciones mostradas a continuación.

Kim (2000) define la capacidad tecnológica como el uso eficaz del conocimiento tecnológico con el propósito de mantener la competitividad en precio y en calidad. Dicha capacidad permite a la organización asimilar, emplear, adaptar y modificar las tecnologías existentes, así como la creación de nuevas tecnologías y el desarrollo de nuevos productos y métodos de fabricación, todo esto para responder a los cambios del entorno.

Otra definición de capacidades tecnológicas propone que son el “conjunto de recursos requeridos para generar y administrar el cambio técnico, incluyendo las habilidades, conocimientos y experiencia, y las estructuras y vínculos institucionales” (Bell & Pavitt, 1995).

Por otra parte, se encuentran los autores que amplían el concepto de capacidades a capacidades de innovación tecnológica, como Yan et al., (2004) quienes definen las

capacidades de innovación como el conjunto de características que posibilitan la estrategia de innovación de una organización. (Yam, Guan, Pun, & Tang, 2004).

Adicionalmente, Robledo y colaboradores emplearon el concepto de capacidades de innovación tecnológica (CIT) para referirse a aquellas capacidades genéricas y específicas que posee la empresa para producir innovaciones como resultado de la gestión estratégica u operativa de la organización, con el fin de sustentar la relación positiva entre las capacidades de innovación y el desempeño innovador de las empresas colombianas (Robledo, Gómez, & Restrepo, 2008).

## **1.2 Clasificación de las capacidades de innovación tecnológica**

La clasificación de las capacidades de innovación tecnológica depende del enfoque, las bases conceptuales sobre capacidad y el objetivo que asuman los autores, encontrándose así diferentes clasificaciones que describen los tipos de capacidades. A continuación se muestran dos tipos de clasificaciones.

La primera clasificación surge de la recopilación de las definiciones de Guan & Ma (2003), Yan et al. (2004), Guan et al (2006) y Wan, Lu & Chen (2007), realizada por Robledo, Gómez, & Restrepo (2008), a saber:

- Capacidad de aprendizaje: Es habilidad de una empresa para identificar, asimilar y explotar el conocimiento del entorno (Guan & Ma, 2003; Yan et al., 2004; Guan et al, 2006).
- Capacidad de I+D: Es la habilidad de una empresa para integrar la estrategia de I+D, la implementación de proyectos, la gestión de portafolio de proyectos y la experiencia en I+D (Guan & Ma, 2003; Yan et al., 2004; Guan et al, 2006).
- Capacidad de gestión de recursos: Es la habilidad de una empresa para adquirir y asignar apropiadamente capital (financiero y humano), experiencia y tecnología en procesos de innovación (Guan & Ma, 2003; Yan et al., 2004; Guan et al, 2006).

- Capacidad de producción: Se refiere a la habilidad de la empresa para transformar los resultados de la I+D en productos, de tal manera que cumplan con las necesidades del mercado y puedan ser fabricados acuerdo con los requerimientos de diseño (Guan & Ma, 2003; Yan et al., 2004; Guan et al, 2006; Wang, Lu & Chen, 2007).
- Capacidad de mercadeo: Habilidad de la empresa para publicitar y vender los productos sobre la base del entendimiento de las necesidades de los consumidores, el ambiente competitivo, los costos, beneficios y la aceptación de la innovación (Guan & Ma, 2003; Yan et al., 2004; Guan et al, 2006; Wan, Lu & Chen, 2007).
- Capacidad de planificación estratégica: Hace referencia a la capacidad de una empresa para identificar las fortalezas y debilidades internas y externas, oportunidades y amenazas, con el fin de formular planes de acuerdo con la visión y misión empresarial y ajustar el plan para su implementación (Guan & Ma, 2003; Yan et al., 2004; Guan et al, 2006).
- Capacidad de aprendizaje organizacional: Es la habilidad de la empresa para asegurar el mecanismo y la armonía organizacional, cultivando la cultura organizacional y adoptando buenas prácticas de gestión (Yam et al, 2004).

La segunda clasificación es propuesta por Costa & Robles (2002), quienes basándose en la definición de Lall (1992) sobre capacidades, plantean que éstas cuentan con dos dimensiones: una dimensión funcional, cuyo propósito es facilitar el desarrollo de las actividades del nivel productivo, y otra dimensión correspondiente a las meta capacidades, las cuales facilitan la dinámica de adquisición de conocimiento en sí mismo.

La dimensión funcional presenta la siguiente subdivisión:

- Capacidades operativas: Habilidades, conocimientos y experiencias para buscar, adquirir, asimilar, utilizar, dominar y adaptar las tecnologías de los productos y procesos.

- Capacidades de mejora: Habilidad de la firma para mejorar las tecnologías desarrolladas por terceros.
- Generación de capacidades: Conjunto de creatividad tecnológica, habilidades y conocimientos relacionados con el proceso de aprendizaje, con el fin de mejorar los resultados de la innovación.

La dimensión de las meta capacidades, presenta la siguiente subdivisión:

- Capacidades de aprendizaje: se refiere al conocimiento en la gestión del proceso de aprendizaje, por lo tanto, se adquiere a través del propio proceso de aprendizaje.
- Capacidad de interacción: Capacidad de interactuar e intercambiar conocimiento con actores externos.
- Capacidad de vigilancia: Habilidad y conocimientos necesarios para identificar, localizar y estar al tanto de los conocimientos pertinentes en los campos tecnológicos relacionados con las actividades de una empresa.

Aunque los enfoques son distintos y se obtienen diferentes clasificaciones para las capacidades, en cualquiera de los casos lo que se busca es identificar los recursos que posibilitan y contribuyen al proceso de innovación.

Para el presente trabajo, se continúa con la línea de los autores Grant (1991), Guan & Ma (2003), Yam et al. (2004) y Wang, Lu, & Chen (2009), puesto que sus propuestas hacen posible identificar, agrupar y analizar el amplio número de factores y variables que los estudios de la innovación tecnológica asocian con su gestión exitosa. Mientras que la clasificación propuesta por Costa y Robles (2002) vas más enfocada a la diferenciación en cuanto a los niveles decisivos de la empresa (dimensión funcional, dimensión de las meta capacidades), lo cual no es compatible con el fenómeno de acumulación de capacidades.

Con base en trabajos previos (ver Robledo, Gómez, & Restrepo, 2009; Aguirre & Robledo, 2010; Robledo, López, Zapata, & Pérez, 2010; Robledo & Pérez, 2011) se

retoman las propuestas de los autores mencionados y se hace una síntesis de las principales categorías de capacidades de innovación tecnológica, redefiniéndolas con base en el concepto de capacidad organizacional propuesto por Renard & Saint-Amant (2003) como:

[...] la habilidad o aptitud de la organización para llevar a cabo sus actividades productivas de una manera eficiente y efectiva a través del despliegue, la combinación y la coordinación de recursos y competencias por medio de varios procesos de creación de valor, según los objetivos previamente definidos, es decir, asumiendo que el resultado es consistente con la intención original o todo cambio en esa intención (p. 8, traducción de la autora).

En este sentido, se pueden conceptualizar las capacidades de innovación tecnológica<sup>2</sup> como aquellas capacidades organizacionales sobre las que la organización hace posible el logro de sus objetivos estratégicos de innovación tecnológica, definiendo las capacidades específicas de innovación tecnológica como se presenta en la Tabla 1-1 Capacidades de innovación tecnológica.

Tabla 1-1 Capacidades de innovación tecnológica.

Direccionamiento estratégico	I+D	Producción	Mercadeo	Gestión de recursos
Capacidad de formular e implementar estrategias de innovación exitosas	Capacidad de introducir y desarrollar conocimiento para generar innovaciones	Capacidad de adaptar y transformar los sistemas productivos de la organización según las exigencias de innovación	Capacidad de introducir exitosamente las innovaciones al mercado	Capacidad de identificar, acceder y cultivar los recursos de la organización para la innovación

Fuente: Robledo & Pérez (2011), con base en Guan & Ma (2003), Yam et al. (2004) y Wang, Lu, & Chen (2009).

<sup>2</sup> Para efectos de simplicidad, de aquí en adelante el uso de los términos “capacidad (es)” o “capacidad (es) de innovación” hacen referencia a capacidad (es) de innovación tecnológica

## 2. Multinacionales

Según resume Steinbockova (2007), si una empresa extiende su estrategia e integra sus actividades a través de fronteras nacionales, se está haciendo referencia a una empresa "transnacional", mientras que si una empresa comparte de forma justa y equitativa su control y propiedad entre diferentes países, se hace referencia a una "multinacional". Sin embargo, para el caso de este estudio, al igual que otros autores, se manejará el término indistintamente, debido a que el objetivo de este estudio se centra en el impacto de este tipo de empresas en una economía determinada. De aquí en adelante se utilizará el término multinacional, o su abreviatura MNC.

En este sentido, una multinacional, y de manera más específica, una filial, es una empresa establecida con capital extranjero en determinado país, conocido como anfitrión o receptor. Dicha firma se caracteriza por presentar ventajas sobre las empresas nacionales, como la posibilidad de ofrecer más capacitación a sus trabajadores (Daveri, Manasse, & Serra, 2002) y salarios superiores a los ingenieros que en ella trabajan (Patibandla & Petersen, 2002) . Estas empresas son principalmente atraídas por la disponibilidad de personal cualificado con bajos costos y la proximidad con el mercado destino, como se evidencia en el caso de Israel (Arora, Gambardella, & Torrisi, 2001).

Para la economía global, las multinacionales son de gran importancia por ser promotoras de su desarrollo (Wang, Zhang, & Ye, 2010) y ser consideradas una ventajas comparativa<sup>3</sup> fundamental para la industria del software de países que ingresan tardíamente a la globalización (Arora & Gambardella, 2005).

---

<sup>3</sup> . Según Porter (2003), las ventajas comparativas son las características de un lugar (ejemplo Colombia) que lo hacen más atractivo para la inversión de capital. Dichas ventajas son tres: las multinacionales, la diáspora y el capital humano.

Las multinacionales pueden ser analizadas teniendo en cuenta diferentes alcances, de tal manera que se pueda abarcar su participación e influencia en el marco nacional y en el global (Wang, Zhang, & Ye, 2010). Estos aspectos son:

- Las multinacionales como monopolios o promotoras de la economía
- Equilibrio entre la globalización y la localización del negocio
- La relación entre las filiales y la casa matriz
- La multinacional y el país anfitrión
- La nacionalidad de las multinacionales

En este estudio, el interés se centra en los efectos de las multinacionales en el país anfitrión o la economía anfitriona, porque es este nivel de estudio el que permite hablar del papel de las multinacionales en la industria colombiana del software. Los otros alcances guardan relación con otros aspectos asociados a la economía global, o el origen de las empresas multinacionales.

## **2.1 Efectos sobre la economía o país anfitrión**

El asunto de los efectos que tienen las multinacionales sobre el país anfitrión, es un tema discutido desde diferentes enfoques debido a la diversidad de aspectos en los cuales influye (económico, social y tecnológico principalmente), dando como resultado que las investigaciones se centren en aspectos aislados según el efecto particular analizado (Latorre, Bajo-Rubio, & Gómez-Plana, 2009). A esto se suma que no se ha llegado a conclusiones claras en cuanto a cuáles son los beneficios de las multinacionales, cuáles son las condiciones que promueven la absorción y la difusión de conocimientos producidos por las multinacionales y cuáles son las implicaciones para las políticas públicas (Giarratana, Pagano, & Torrisi, 2004). Sin embargo, diversos autores coinciden en la relación positiva entre la existencia de las multinacionales y el desarrollo económico, indiferentemente de las variables analizadas, la descripción de los efectos y la técnica usada para ello. Este tema ha sido abordado desde estudios econométricos y estudios de caso, y en la actualidad se emplea la simulación, lo cual permite la identificación de escenarios que posibilitan definir efectos reales o posibles (Latorre, Bajo-Rubio, & Gómez-Plana, 2009).

Entre las razones por las cuales se estudian los efectos de las multinacionales, se encuentra el hecho de que dichos efectos no siempre son positivos, como lo establecen Oetzel & Doh (2009), aunque la evidencia empírica ha demostrado la presencia de efectos indirectos positivos, también se han encontrado pruebas de las externalidades negativas económicas, sociales y ambientales de la actividad de las multinacionales (Aitken & Harrison, 1999; Görg & Greenaway, 2002; Gunther, 2002; Haddad & Harrison, 1993, citados por Oetzel & Doh, 2009).

Con base en lo expresado en la literatura, se pueden clasificar los estudios hechos en el tema de los efectos de las multinacionales en dos enfoques principales: 1) el enfoque económico-productivo y 2) el enfoque tecnológico, los cuales son explicados en los siguientes numerales.

### **2.1.1 Enfoque Económico- Productivo**

En este enfoque se encuentran aquellos estudios que aportan evidencias y conclusiones relacionadas con los efectos, condiciones y variables que de una u otra manera reflejan la influencia de las multinacionales en otras variables de carácter económico, por ejemplo el PIB, la producción, el desarrollo de la competencia, entre otras. Como evidencia de ello, se describen a continuación los aportes de diferentes autores que siguen esta tendencia.

En un principio, Görg & Strobl (2002) realizaron un estudio empírico sobre el efecto de las multinacionales en el desarrollo de firmas nacionales, el cual muestra formalmente que las primeras, a través de la creación de vínculos con proveedores locales, pueden ejercer efectos positivos en el desarrollo de las firmas nacionales. Dicho estudio se basa en el análisis de variables Proxys (empleo generado, proporción y entrada de multinacionales), de las cuales concluyen que existe un efecto favorable de las multinacionales en la entrada de nuevas empresas nacionales. Sin embargo, el estudio no indaga sobre la supervivencia de estas nuevas empresas. En este caso, el efecto de las multinacionales se limita a la influencia en la entrada de nuevas firmas, independiente de su ciclo de vida.

Adicionalmente, Álvarez & Görg (2009) estudiaron el ingreso y la salida tanto de empresas multinacionales como nacionales, para el caso específico de Chile, encontrando que ante una crisis, es más probable que una empresa multinacional abandone el mercado, que una empresa nacional, y que a su vez esta salida permite un derrame de conocimientos que favorece la supervivencia de las empresas nacionales. Sin embargo, el alcance de este estudio se limita a un solo período analizado, y al hecho fortuito de que acontezca una crisis que promueva la salida de las multinacionales.

Por otro lado, Latorre, Bajo-Rubio, & Gómez-Plana (2009) se enfocan en el supuesto de que la entrada de inversión extranjera directa debe conducir a un aumento en el capital social de la industria receptora; para demostrarlo, recurren a la simulación, soportada en un modelo que cuenta con variables exógenas y endógenas. Dentro de las primeras clasifican las relacionadas con las multinacionales. Debido a que el enfoque de los autores se basa en la acumulación de capital, las variables que representan las multinacionales son la participación de las mismas en la producción del país y el capital económico que representan, dejando de lado los efectos de transferencia de conocimiento.

Los estudios mencionados anteriormente analizan los efectos de las multinacionales a nivel país; pero existen investigaciones que se enfocan en sectores específicos, delimitando así sus hallazgos a características individuales y relevantes, que hacen de cada sector un contexto particular, debido a que la entrada de Inversión extranjera directa pueden tener impactos distintos dependiendo del sector al que va dirigida (Smarzynska, 2004, citado por Latorre et al., 2009). En este sentido, conocer específicamente los efectos de las multinacionales en el contexto del sector del software contribuye a mejorar el conocimiento de la dinámica de crecimiento de un sector significativamente particular.

### **2.1.2 Enfoque tecnológico**

Este enfoque se centra en dos aspectos: la transferencia de conocimiento y el aporte de las multinacionales al proceso innovador, puesto que éstos posibilitan el desarrollo de ventajas comparativas para el país receptor, y no se limitan a la transferencia de capital, sino que también permiten que el país reciba una combinación de conocimientos y experiencias sobre organización empresarial y nueva tecnología, lo que puede generar la

modernización del sistema productivo y el surgimiento de nuevos sectores (Hymer, 1976).

Por otro lado, un tema que ha venido tomando importancia es la perspectiva de los recursos, para analizar la competitividad empresarial. Tal como lo sustentan Aguirre, Robledo, & Pérez (2009), los recursos son la base para la construcción de capacidades de innovación, lo que conlleva a la competitividad de las empresas.

Basados en lo anterior, diferentes autores han indagado sobre la relación existente entre las capacidades de innovación y las multinacionales, y en los efectos producto de la transferencia de conocimiento hacia las empresas nacionales. Como ejemplo de ello, se citan los siguientes estudios:

Costa & Robles (2002), enfocados en el proceso de aprendizaje y acumulación de capacidades, muestran cómo las multinacionales tienen una acumulación de tecnología local relativamente moderada y que las empresas nacionales tienen una debilidad en el aprendizaje tecnológico. Lo cual identifica a las multinacionales como un agente central en el sistema de aprendizaje con miras a fortalecer las capacidades locales.

Por otro lado, específicamente en estudios de la industria del software y su evolución, D'Costa (2002) identifica para el caso de la India, que aunque viene presentando un extraordinario crecimiento, la industria se aproxima a un bloqueo generado por depender de la exportación y tener un solo mercado; y la manera de mantener dicho crecimiento está determinado por la capacidad innovadora de cada firma. En este sentido, menciona que las multinacionales son actores principales, y se hace imperativo examinar la capacidad de innovación que pueda surgir de la interacción con las empresas nacionales.

En este sentido, Giarratana, Pagano, & Torrisi (2004) parten de la revisión de estudios sobre las multinacionales y el crecimiento económico, para afirmar que el efecto de estas empresas se manifiesta indirectamente sobre la productividad, la entrada de nuevas empresas o la supervivencia de las firmas nacionales. Sustentan su trabajo en la falta de conclusiones claras en cuanto a beneficios de las multinacionales, las condiciones que promueven la absorción y difusión de conocimientos y las implicaciones para las políticas públicas. A través de su estudio, describen la evolución de la industria del software y las

multinacionales de la India, Irlanda e Israel, basados en tres tipos de variables enmarcadas en la transferencia de conocimiento: spin off, las alianzas (entre empresas nacionales y multinacionales) y la movilidad de personas (ver Tabla 2-1).

Tabla 2-1 Efectos de las multinacionales en Irlanda, Israel e India.

País	Momento de entrada al mercado	Efectos
Irlanda	Antes de la formación de la industria de software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Han generado un considerable número de spin-offs. También han contribuido a la formación y la movilidad del capital humano.</li> <li>• No han generado considerables repercusiones técnicas.</li> <li>• Las empresas nacionales siguen siendo pequeñas y tienen una posición marginal en esta industria.</li> </ul>
Israel	La mayoría de las empresas multinacionales entraron durante la década de 1990.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las multinacionales han aprovechado la reserva de competencias locales y de ideas de negocio generado por la regional de I + D.</li> <li>• Han establecido vínculos con empresas locales prometedoras.</li> <li>• Las nacionales han aumentado su reputación.</li> </ul>
India	Han entrado en la India durante la década de 1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las empresas nacionales parecen ser mucho más independientes de las multinacionales, en comparación con las de Irlanda.</li> <li>• La contribución de las empresas multinacionales para el crecimiento de la industria nacional en términos de movilidad de las personas y empresas de base tecnológica es también muy limitado.</li> <li>• Un importante beneficio de las multinacionales se obtiene por demostración.</li> <li>• Las alianzas han expuesto a las empresas nacionales a la tecnología y las prácticas comerciales de las grandes organizaciones mundiales.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, basado en Giarratana, Pagano, & Torrisi (2004).

Como se evidencia, las multinacionales tienen incidencia en las capacidades de las empresas nacionales de software, sea por transferencia o por el aporte que hacen al

desarrollo innovador del sector, producto del fortalecimiento de sus propias capacidades. En este sentido, y teniendo en cuenta la importancia que tiene la innovación para dinamizar el crecimiento de estas empresas, es relevante conocer el fenómeno de acumulación de capacidades ante la presencia de multinacionales.

## 2.2 Variables asociadas a los efectos de las multinacionales

De los estudios disponibles en la literatura, en los cuales se describen cada uno de los efectos de las multinacionales, se pueden extraer las características particulares y comportamientos requeridos por las multinacionales que representen un determinado efecto. Dicha información es consignada en la Tabla 2-2 y en la Tabla 2-3, donde la primera columna corresponde al nombre de la variable, la segunda columna muestra la descripción, es decir, a que hace referencia cada variable y en las columnas 3 y 4 se muestran el efecto particular de cada variable y la evidencia de por qué se genera dicho efecto (justificación).

Tabla 2-2 Variables relacionadas con la transferencia de conocimiento.

Variable	Descripción	Efecto	Justificación
Cercanía de las multinacionales	No se evidencia una descripción matemática ni conceptual para entender esta variable.	La cercanía de las empresas multinacionales favorece que las empresas nacionales imiten actividades y productos.	Las MNC aportan la demostración y facilitan la imitación de sus actividades y productos, las cuales se ven favorecidas por la proximidad geográfica o de las relaciones contractuales con las multinacionales (Rodríguez-Clare, 1996; Markusen & Venables, 1999; Gorg & Strobl, 2002; Young, Hood & Peters, 1994; Turok, 1993) – Citados por Giarratana, Pagano, & Torrisi (2004)

Variable	Descripción	Efecto	Justificación
Alianzas	Número de alianzas establecidas entre empresas nacionales y multinacionales (por ejemplo, joint ventures, fusiones y adquisiciones, participaciones minoritarias, alianzas estratégicas y acuerdos de subcontratación)	Las empresas nacionales tienen acceso a tecnología y prácticas comerciales de las grandes organizaciones mundiales (Giarratana, Pagano, & Torrasi, 2004).	Beneficios para las empresas nacionales: mejores ingresos, aprovechamiento de la reputación y el acceso a los mercados extranjeros.  Estos vínculos proporcionan a las empresas nacionales la experiencia en la gestión y capital (Giarratana, Pagano, & Torrasi, 2004)
Número de Spin off	Número de empresas nuevas creadas por personas que han obtenido experiencia en una multinacional (Katz, 1987; Blomstrom & Kokko, 2003; Daveri, Manasse & Serra, 2002; Gorg & Strobl, 2002, citado por Giarratana, Pagano, & Torrasi (2004).	Las multinacionales dan importancia a las actividades de I+D, lo cual se convierte en fuente de generación de spin off de alta tecnología.  El personal llega a la nueva empresa con conocimientos tecnológicos, en gestión general y marketing (Giarratana, Pagano, & Torrasi, 2004).	Existe evidencia empírica que refleja lo establecido, por ejemplo:  Una encuesta a 28 empresas irlandesas realizada en 2000 arroja que el 50% de sus fundadores habían trabajado para las multinacionales (Arora, Gambardella & Torrasi, 2001).  La Encuesta Sands arroja una prueba más de la importancia
Movilidad de personal	Número de trabajadores con experiencia obtenida de la multinacional se une a una empresa nacional (Katz, 1987; Blomstrom & Kokko, 2003; Daveri, Manasse & Serra, 2002; Gorg & Strobl, 2002, citado por Giarratana, Pagano, & Torrasi (2004).	El personal llega a la nueva empresa con conocimientos tecnológicos, en gestión general y marketing (Giarratana, Pagano, & Torrasi, 2004).	de las multinacionales como una fuente de software de spin-offs (Sands, 2003, citado por Giarratana, Pagano, & Torrasi (2004).

Variable	Descripción	Efecto	Justificación
índice de cambio incremental	Hacen referencia a la "innovación incremental de productos y a la innovación de procesos.		
proceso de índice de cambio	Ambos índices son de alguna manera una medida del tipo de cambio tecnológico (Costa & Robles, 2002)		
Índice de imitación	Este es un indicador de la capacidad operativa. La hipótesis es que si una empresa imita una tecnología, debe previamente haber acumulado algunas capacidades con el fin de buscar, adquirir, asimilar, utilizar, dominar y hacer pequeñas adaptaciones de la tecnología (Costa & Robles, 2002).	Acumulación de capacidades tecnológicas	No se trata únicamente de atraer capital extranjero, la inversión debe ser de buena calidad. Esto significa que las inversiones deben hacerse en actividades de mayor valor añadido, tecnológicamente más complejas y con una interacción más estrecha dentro de la economía local, puesto que son más eficaces para la profundización y el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas locales (Lall, 2000a, b; Katz, 2000; Mortimore et al., 2001, citado por Costa & Robles (2002).
Índice de esfuerzo sistemático	Se basa en la proporción de empleados en I + D en el número total de los trabajadores (Costa & Robles, 2002).		
Índice de vinculación con la cadena de producción	Basado en fuentes externas de información para el cambio tecnológico (Costa & Robles, 2002).		
Índice de vinculación con el sistema de CyT			

Fuente: Elaboración propia basada en la revisión de literatura

Tabla 2-3 Variables relacionadas directamente con el desarrollo económico

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	EFECTO	JUSTIFICACIÓN
Tipo de relación con las empresas nacionales	<p>La manera como se relacione una empresa nacional con una internacional puede tener diferentes efectos en el sector, presentándose dos tipos descritos por Görg &amp; Strobl (2002), y bases del modelo propuesto por Markusen and Venables (1999). Las relaciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como competidores</li> <li>• Las empresas nacionales como proveedoras de las multinacionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si son competidores, habrá un aumento en la oferta de productos de calidad al cliente final, lo que repercute en una disminución del precio de mercado, lo que lleva a la salida de algunas firmas nacionales (Görg &amp; Strobl, 2002). Mientras que también puede darse otro efecto: la generación de competencia por parte de las empresas nacionales, estimulándolas a aumentar su eficiencia, abandonar el mercado, o por lo contrario aumentar el poder de mercado (Caves, 1998).</li> <li>• Como proveedores: La demanda de productos generada por las multinacionales conduce a la disminución de los costos medios y esto a su vez genera beneficios en la calidad de los productores.</li> </ul>	<p>El efecto analizado en el estudio, se limita al efecto producido en la entrada de empresas nacionales al mercado; sin embargo, no explica si luego de la entrada de una empresa nacional, esta puede permanecer en el mercado.</p> <p>Adicional a ello, estas son variables generales, las cuales los autores describieron a través de otras tres variables cuantitativas.</p>
Proporción de empleo generado	Empleos generados por las multinacionales dividido entre los empleos totales del sector en el país	Su efecto se interpreta como una relación positiva entre cada una de las variables y el desarrollo económico. Estas variables son tomadas como <i>Proxys</i> por Görg & Strobl (2002) para la identificación de los efectos de los tipos de relación entre las multinacionales.	Estas fueron las variables usadas en el modelo de Markusen & Venables (1999), y mejorado por Görg & Strobl (2002).
Proporción de multinacionales	Número de multinacionales dividido entre las empresas totales del		

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	EFEECTO	JUSTIFICACIÓN
	sector en el país	Las principales fuentes de crecimiento de la productividad en la industria son la acumulación de capital humano y cambio tecnológico (Patibandla & Petersen, 2002).	
Tasa de entrada	Tasa de entrada neta de las plantas extranjeras en la industria		
Proporción de participación en ventas	Ventas totales de las multinacionales/ ventas totales de la industria	Contribución de las multinacionales al PIB del país.	Patibandla & Petersen (2002) a través de un análisis econométrico, probaron que la presencia creciente de las multinacionales contribuye positivamente a la productividad de las empresas de software en la India.
Tasa de salida de las multinacionales ante una crisis	Número de empresas multinacionales que salen de la economía de un país	Efecto positivo en la supervivencia de las firmas nacionales, representado por las mejoras de productividad (Alvarez & Görg, 2009).	Las empresas extranjeras tienen más probabilidad de salir de la economía, que una empresa nacional y a través de los derrames de conocimiento, afectan positivamente la supervivencia de las empresas nacionales (Alvarez & Görg, 2009).
Producción de multinacionales	Participación de la producción las empresas multinacionales en la producción bruta del país	Contribución de las multinacionales al PIB del país.	Estas variables representan las interacciones entre los agentes económicos como un sistema de ecuaciones derivadas de la teoría microeconómica de optimización, donde las multinacionales por ser mas intensivas en capital y tener una mayor dependencia de bienes intermedios importados que las empresas nacionales, representan un aporte
Capital de multinacionales	Proporción de capital de las multinacionales en el capital total en un determinado sector de la economía receptora		

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	EFEECTO	JUSTIFICACIÓN
			económico significativo en el PIB (Latorre, Bajo-Rubio, & Gómez-Plana, 2009).

Elaboración propia basada en la revisión de literatura

La definición de cada una de estas variables está basada en el tipo y el objetivo de cada estudio realizado por los diferentes autores, por lo cual no pueden ser tomadas literalmente para el modelo de este trabajo, pero, sí son una fuente de información que refleja las diferentes maneras de medir el efecto que tiene una multinacional. De acuerdo a las necesidades y objetivos de este estudio, se realizó el análisis y extracción de variables que se presenta a continuación.

### 2.2.1 Análisis de las variables económicas

A la información consignada en la Tabla 2-3 se le realizó un análisis de identificación, adaptación y exclusión de variables según el propósito de este estudio y las características de los modelos bases. Adaptar consiste en definir la manera como será representa la variable en el modelo. Como resultado del análisis se obtuvo:

La identificación de una de las características principales del modelo, que corresponde a los dos tipos de relación que una empresa multinacional establece con las empresas de economía receptora: relación de competencia y relación de colaboración. En el modelo no se representan como variables sino como subsistemas.

La identificación de un grupo de variables (producción, capital, ventas) que están asociadas al mismo fin: la generación de ventas de una empresa; el presente modelo se limita a representar este grupo de variables a través del nivel de ventas que puede alcanzar una empresa, tal como lo hacen los modelos bases.

Por otro lado, la variable *entrada de empresas multinacionales* no es considerada una variable endógena para el modelo, pero se tiene en cuenta el tiempo de entrada de las empresas multinacionales y nacionales a un mercado en específico.

## 2.2.2 Análisis de las variables tecnológicas

El análisis de las variables tecnológicas se hizo de igual manera que el de las variables económicas. En este caso, las variables fueron clasificadas en dos tipos:

Por un lado, están las variables asociadas a la interacción entre empresas: alianzas y movilidad de personal. Ambas fueron incluidas como variables al modelo, pero requirieron de una investigación adicional que permitiera definir su dinámica dentro del sistema.

Por otro lado, están las variables asociadas a los resultados de la inversión en capacidades (índices de innovación), que para el análisis estratégico se opta por representar niveles de inversión en capacidades de innovación.

También existe una variable “cercanía” que por falta de sustentos teóricos no se incluye en este modelo. La variable spin off será contemplada para trabajos futuros, puesto que requiere de un estudio empírico previo.

De manera particular, se explican a continuación los límites definidos para la representación en el modelo de las variables alianzas estratégicas y movilidad laboral. Puesto que cada una de estas variables tiene diferentes alcances de estudio y es necesario hacer las limitaciones que se adapten al propósito y alcance del modelo.

- **Alianzas estratégicas entre multinacionales y nacionales**

Una alianza estratégica se define como el establecimiento de una relación cercana a largo plazo, en la cual se busca el beneficio de los socios que hagan parte de ella. En dicha alianza se comparten recursos, conocimientos y capacidades (Spekman, Forbes, Isabella, & Macavoy, 1998). En la literatura se puede encontrar gran diversidad de enfoques o nivel de estudio de las alianzas estratégicas; en un caso específico, Renart (2008) propone cinco ópticas para realizar diferentes tipos de análisis:

1. Redes de alianzas (*networks*)
2. Una alianza en concreto como un conjunto (todas las empresas participantes)
3. Mirar una empresa individual que participa en una alianza, pero vista en todo su conjunto (personas, recursos, capacidades, productos, etc.)

4. Conducta de una persona individual (analizar la conducta de las personas que toman las decisiones en una alianza estratégica)
5. Variables y efectos que explican la conducta de una persona

En este sentido, la óptica número 3 es el nivel de análisis que se adapta al modelo que se propone en este trabajo, puesto que mira a una empresa como un todo, y permite analizar la alianza como una alternativa dentro de un conjunto de estrategias posibles de una empresa que desea mejorar su competitividad.

Existen diferentes motivos para establecer una alianza, y son estos los que permiten clasificarlas según el impacto que se busca generar con ella. Según Park, Chen y Gallagher (2002), las empresas establecen alianzas en busca de recursos valiosos de los que carecen (Abarca, 2010).

De igual manera, las alianzas estratégicas pueden ser clasificadas de acuerdo a diferentes criterios. Dos de ellos, son el tipo de actividad (tecnológica o de mercadeo) y el tipo de vínculo que se establezca entre las empresas (contrato, licencia, etc.). A continuación se explica cada una de estas clasificaciones, puesto que son relevantes para definir la magnitud del efecto en las capacidades de innovación.

- Clasificación según la actividad

- Tecnológica: Cuando existen fronteras tecnológicas, complejidad de los productos y un alto costo de desarrollo de productos, se requiere de alianzas que disminuyan dicha brecha y se cree una cooperación que beneficie el desarrollo de actividades como las de I+D. Este tipo de alianzas ayudan a las empresas a reducir los costos de transacción, protegen el conocimiento de la expropiación y facilitan la transferencia del conocimiento tácito (Das, Sen & Sengupta, 1998; citado por Abarca, 2010).
- De mercadeo: Cuando se busca generar sinergia por medio de operaciones comunes compartidas como distribución, ventas y publicidad (Das, Sen & Sengupta, 1998; citado por Abarca, 2010).

- Clasificación según el vínculo (O'Dwyer & O'Flynn, 2005)
  - Contratos o licencias. En este tipo de alianzas existe una alta absorción de conocimientos y capacidades. Al igual que una baja preocupación del proveedor de que su socio se apropie de los conocimientos.
  - Alianza de mediana duración. En este tipo de alianzas existe una baja absorción de conocimientos y capacidades. También se da una baja preocupación del proveedor de que su socio se apropie de los conocimientos.
  - Alianza de mediana duración, con el fin de evaluar un posible Joint Venture. En este tipo de alianza la naturaleza de los conocimientos es explícita, lo que hace que exista una alta preocupación del proveedor de que su socio se apropie de los conocimientos. De igual manera, se presenta una baja absorción de conocimientos y capacidades.
  - Joint Venture: En este tipo de alianza se tiene una alta absorción de conocimiento por parte del beneficiario, al igual que una alta preocupación de que se apropié de dichos conocimientos, y adicionalmente este es un vínculo de difícil rompimiento.

Según O'Dwyer & O'Flynn (2005), generalmente cuando una multinacional establece una alianza con una PYME, es la primera quien trata de definir el tipo de vínculo dependiendo de sus objetivos estratégicos, sin embargo, la interdependencia hace que sea una decisión mutua. Con base en esto, se definen para una empresa nacional cuatro posibles alianzas según los tipos de vínculos y actividad, tal como se muestra en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4 Combinatoria de los tipos de alianzas

Objetivo	Tipo de vinculo	Tipo de actividad
No hay intención de adquirir capacidades y solo se usa el conocimiento necesario del socio.	Licencia o contrato	Tecnológica o Mercadeo
Se tiene intención de adquirir capacidades.	Alianza de mediana duración Join Venture	Tecnológica o Mercadeo

Fuente: Autora basada en Abarca (2010) y O'Dwyer & O'Flynn (2005).

#### ▪ Movilidad laboral

La movilidad laboral tiene lugar cuando los trabajadores con experiencia obtenida en una multinacional se vinculan luego a una empresa nacional (Katz, 1987; Blomstrom & Kokko, 2003; Daveri, Manasse & Serra, 2002; Gorg & Strobl, 2002; Manasse & Serra, 2002; Gorg & Strobl, 2002, citados por Giarratana, Pagano, & Torrisi, 2004). Dichos trabajadores llevan consigo experiencia técnica y de gestión, lo que le permite a una empresa nacional obtener mayor beneficio contratando a personas con estas características que a personas sin experiencia.

En este sentido, la contratación de ex empleados de las empresas multinacionales se vuelve una estrategia de una empresa nacional para mejorar su capacidad de direccionamiento estratégico.

Sin embargo, cuando una persona se retira de una empresa multinacional tiene diferentes opciones para continuar con su vida profesional, como crear su propia empresa o vincularse con otra empresa multinacional. Para este trabajo se toma como ejemplo el estudio realizado por Orejuela (2009), en el cual a través de un caso de estudio (muestra de 11 individuos) de la ciudad de Cali, Colombia, caracteriza la trayectoria laboral de empleados de multinacionales, tal como se muestra en la Tabla 2-5. De esta información es relevante el movimiento de empresa multinacional a empresa nacional, el cual se da por la relación de 2/39 (dos movimientos sobre un total de 39 movimientos).

Tabla 2-5 Movimientos entre tipo de empresas

Tipo de movimiento	Frecuencia
De la empresa nacional a la empresa nacional	24
De la empresa nacional a la empresa multinacional	9
De la empresa multinacional a la empresa nacional	2
De la empresa multinacional a la empresa multinacional	4
Total	39

Fuente: Orejuela (2009).

De este mismo estudio, se extrajo que existe una tendencia a que los trabajadores duren máximo cinco años por empleo (Orejuela, 2009); por lo tanto, en el modelo se trabajará con una tasa de contratación de ex empleados por año de 0,01 (en el Anexo A se muestra la forma como se obtiene este valor; fila 14).

## 2.3 Innovación, capacidades y multinacionales

Desde la Perspectiva de los Recursos para analizar la competitividad empresarial se reconoce la importancia crítica de los recursos como base para la construcción de capacidades organizacionales que sustenten la competitividad de las empresas (Aguirre, Robledo, & Pérez, 2009).

Por otro lado, las multinacionales como posibilitadoras del desarrollo de ventajas comparativas para el país receptor, no se limitan a la transferencia de capital, sino que también permiten que el país reciba una combinación de conocimientos y experiencias sobre organización empresarial y nuevas tecnologías, lo que puede generar la modernización del sistema productivo y el surgimiento de nuevos sectores (Hymer, 1976).

Viendo la importancia de las capacidades de innovación y las multinacionales, diferentes autores han indagado sobre la relación existente entre ambas. Por ejemplo, Costa & Robles (2002), enfocados en el proceso de aprendizaje y acumulación de capacidades, muestran cómo las multinacionales tienen una acumulación de tecnología local relativamente moderada y que las empresas nacionales tienen una debilidad en el

aprendizaje tecnológico, lo cual identifica a las multinacionales como un agente central en el sistema de aprendizaje con miras a fortalecer las capacidades locales.

Por otro lado, específicamente en estudios de la industria del software, Giarratana, Pagano, & Torrisi (2004) identifican que a través de la movilización de personas que han trabajado en multinacionales hacia empresas nacionales, se transfieren conocimientos tecnológicos y se heredan capacidades de gestión general y de marketing.

Como se evidencia, las multinacionales tienen incidencia en las capacidades de innovación de las empresas nacionales, sea por transferencia de las mismas o por el aporte que hacen al desarrollo innovador generado por el fortalecimiento de sus propias capacidades. Sin embargo, el análisis de la literatura especializada revela una ausencia notable de propuestas que relacionen estos temas, lo cual justifica el estudio de dicha relación para el caso particular de la economía colombiana mediante el modelado con dinámica de sistemas como se hace en este trabajo.

Este capítulo, ofrece los lineamientos para la construcción del modelo (definición apropiada de variables y sus relaciones) asociados a las multinacionales, su relación con las empresas nacionales y con la acumulación de capacidades.

### **3. Particularidades de la industria del software**

La industria del software presenta características que la hacen de interés particular para los países en desarrollo; tal como lo resumen Hernández & Castañeda (2010):

Al ser transversal a los demás sectores y presentar una influencia creciente en toda actividad económica, la industria del software ofrece grandes beneficios sociales y económicos, potenciando las capacidades productivas del país, las empresas y sus individuos. Por estar basada en el conocimiento, propicia el desarrollo de habilidades laborales sofisticadas, generando empleos altamente calificados y bien remunerados. Además es una industria joven, que atiende mercados altamente competitivos, que genera alto valor agregado, no requiere de grandes inversiones para comenzar y no contamina. Esta industria reviste un carácter estratégico, pues genera externalidades positivas sobre los demás sectores económicos al incrementar su productividad y reducir sus costos. Además, es una industria nueva que aún está en desarrollo, presentando bajas barreras a la entrada y oportunidades cada vez mayores de ingreso tardío, dado el fuerte crecimiento del mercado global del software (Hernández & Castañeda, 2010, pág. 25 y 26).

Esta industria nace a mediados de los 50 y, para los 80, ya se puede hablar de empresas fortalecidas dedicadas al desarrollo del software. Según DataMonitor (2005), para el 2004 el mercado global de software creció un 5.5%, alcanzando un valor de USD\$143,700 millones (González & Rodenes, 2007).

González & Rodenes (2007) afirman que la mayoría de las investigaciones publicadas se enfocan en el análisis de la evolución de países como India, Israel e Irlanda por ser considerados los más exitosos. De igual manera, se evidencia un consenso entre los autores cuando se refieren al crecimiento de la industria, la cual se mide usualmente mediante los niveles de venta (Arora, Gambardella, & Torrisi, 2001; FEDESOFTE, 2011).

En cuanto a su proceso de producción, el software presenta características que lo diferencia frente a otros tipos de producto:

El software se desarrolla no se fabrica, se puede empaquetar y venderse como producto estándar. Los costos del software se encuentran en la ingeniería. Esto significa que los nuevos proyectos de software no se pueden gestionar como si fueran proyectos de fabricación. Requieren en promedio de 12 a 18 meses para su desarrollo dependiendo del programa. El software sufre una curva de obsolescencia, lo que hace que requiera añadir continuas actualizaciones. La vida útil de un producto de software sin cambios puede ser de dos a tres años. (FEDESOFTE, 2011, pág. 10).

### 3.1 Clasificación de los productos de software

Como producto, el software se puede clasificar según su grado de estandarización, el cual está dado por el número de usuarios al que está dirigido. En este sentido, se tiene: **software a la medida**, desarrollado para un sólo cliente; y **software estandarizado**, que puede ser utilizado por varios clientes, sin necesidad de modificaciones específicas (Bitzer, 1997).

### 3.2 Efectos directos de red

Se entiende por efectos directos de red el aumento de la utilidad del producto percibida por un usuario a medida que otros lo estén utilizando (Sternan, 2000); por lo tanto existe una aceleración de la tasa de ventas del producto. Aunque este tema es abordado por diferentes autores (Von Westarp, 2003; Tanriverdi & Lee, 2008; Kemper 2010; Liu et al, 2011), aún no existen modelos que expliquen los efectos de red en las ventas de los productos de software (Pérez, 2011).

### 3.3 Estrategia de precio

Específicamente en los productos estandarizados, la definición del precio cobra gran importancia, debido a que en las empresas de software los costos asociados al producto no se encuentran en la generación de las múltiples copias (producción a escala) sino en los costos hundidos (desarrollo inicial). Esto hace que en un tiempo determinado el costo

marginal del producto tienda a cero, permitiéndole a la empresa definir precios en forma decreciente a medida que el número de adoptadores aumenta (Economides, 1996). Adicional a esto, la tasa de difusión del producto se ve afectada por el precio establecido.

Según Hewing (2010), existen dos formas de incidencia del precio en los procesos de difusión: una en la cual el precio afecta el mercado potencial (lo aumenta o disminuye); y otra en la que el mercado potencial se mantiene constante y lo que se afecta es la probabilidad de compra de los adoptadores potenciales, de tal manera que una reducción del precio produce un aumento en la probabilidad de adopción. Aunque ambas formas tienen justificación en las teorías de la ciencia del comportamiento (Hewing, 2010), en el presente modelo se incluyen los efectos del precio descritos en la segunda forma. En el caso particular de las empresas de software, una estrategia de precios puede apuntar al establecimiento inicial de precios bajos para crear una base instalada suficientemente amplia, y luego aumentar el precio para realizar el valor de la base instalada (Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, 2011). Sin embargo, si el producto cuenta con una demanda innovadora relativamente fuerte, es más rentable para la empresa de software establecer un precio más alto en la primera etapa y obtener altos ingresos de los innovadores. En ambos casos, la atracción de adoptadores potenciales imitadores se puede aumentar posteriormente con la disminución de los precios (Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, 2011).

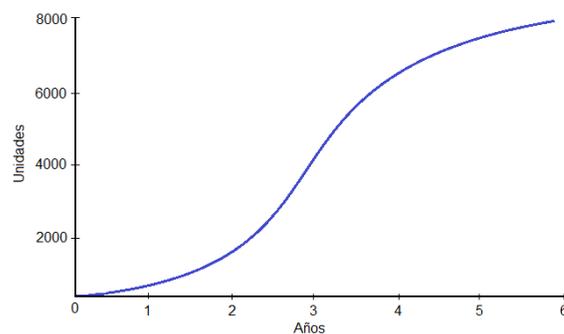
### **3.4 Generaciones tecnológicas**

Otra característica de las empresas de software estandarizado es la existencia de generaciones tecnológicas, en las que el cliente percibe características similares en cuanto al nivel tecnológico de los productos ofrecidos por diferentes empresas. Por lo tanto, el producto de software se enfrenta a un proceso de evolución donde al terminar su vida útil, se lanza una nueva generación, para continuar con sus ventas. Estas generaciones se dan por cambios en la arquitectura del sistema o nuevas funcionalidades del producto (Tamai & Torimitsu, 1992).

### 3.5 Comportamiento de las ventas de productos de software

Las ventas acumuladas de productos de software cumplen con el comportamiento logístico de la difusión de nuevos productos, conocida como crecimiento en “s” o curva en “s”. La Figura 3-1 ilustra un ejemplo generalizado de dicho comportamiento.

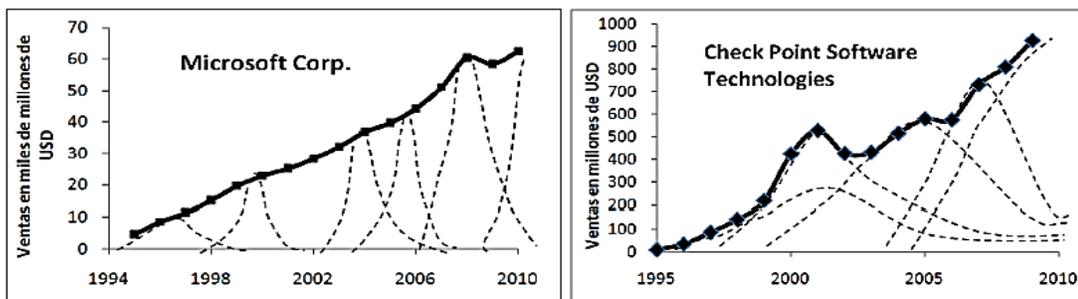
Figura 3-1 Ejemplo del crecimiento en "s" de las ventas. Adaptado de Sterman (2000, pág. 326).



Estas curvas en “s” representan las ventas acumuladas de un producto, pero su origen está en la tasa de ventas que se tenga del mismo, la cual también tiene un comportamiento determinado. La tasa de ventas se da en forma de campana de Gauss, iniciando en un valor de cero, para alcanzar un valor máximo (que equivale al punto de inflexión de la curva en “s”) y empieza a disminuir hasta nuevamente llegar a cero.

Para casos específicos de productos de software se tiene como referencia las ventas de dos empresas: Microsoft Corporation y Check Point Software Technologies. En la Figura 3-2 se ilustran las tasas de ventas de las diferentes generaciones de los productos de cada una. Para el caso del comportamiento del producto de Microsoft Corporation, la primera generación fue lanzada en 1994, alcanzando una tasa de ventas de USD 10 millones, y se muestra un crecimiento para las generaciones siguientes. Si se hiciera el cálculo de las ventas acumuladas se obtuviese diferentes curvas en “s” correspondiente a cada generación.

Figura 3-2 Modos de de referencia del crecimiento de la tasa de ventas de firmas productoras de software estandarizado. (Pérez, 2011. Basado en informes financieros de las empresas).



Los dos casos anteriores se convierten entonces en modos de referencia para este trabajo, dejando claro que se requiere replicar un crecimiento en “s” de las ventas acumuladas de los productos de software.

### 3.6 La piratería

Los productos estandarizados están sujetos a ser pirateados, lo que causa enormes pérdidas de ingresos para las empresas de software (Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, 2011), “esta situación demanda que la protección de la propiedad intelectual sea pieza clave en el desarrollo de software” (Hernández & Castañeda, 2010, pág. 31), sin embargo los usuarios piratas contribuyen con el aumento de la base de usuarios, pero no generan movimiento de caja para las empresas y no se refleja en el crecimiento de las ventas, a través de las cuales se evalúa la competitividad de las empresas en este trabajo. Por lo tanto, la piratería no es incluida en el modelo, representando una limitación, en la cual, el mercado potencial considerado corresponde al legal (que son aquellos que están dispuestos a pagar).

La piratería es un asunto complejo que tiene la necesidad de ser analizado como un sistema independiente, tal como lo hacen Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy (2011). Estos autores muestran la relación entre el precio y el nivel de piratería de un producto de software y su efecto en la difusión de un producto; sin embargo, no lo llevan a un nivel competitivo, y asumen una única generación de producto.

### 3.7 Software libre y software propietario

El software también puede ser clasificado según la libertad de uso, modificación o redistribución, teniéndose los siguientes tipos:

**Software libre:** “es aquel que puede ser distribuido, modificado, copiado y usado; por lo tanto, debe venir acompañado del código fuente para hacer efectivas las libertades que lo caracterizan” (Culebro, Gómez, & Torres, 2006, pág. 3). El término libre, generalmente es confundido con software gratuito, por lo cual su nombre pasó a ser software de código abierto. Este tipo de software ofrece ventajas como ahorros en los costos asociados a los sistemas de información y tienen la capacidad de adaptarse a los cambios en las necesidades organizativas. Sin embargo, hay ausencia de estudios exploratorios que clarifiquen la difusión del software abierto (Gallego, Luna, & Bueno, 2008).

**Software propietario:** “cualquier programa informático en el que los usuarios tienen limitadas las posibilidades de usarlo, modificarlo o redistribuirlo (con o sin modificaciones), o que su código fuente no está disponible o el acceso a éste se encuentra restringido” (Culebro, Gómez, & Torres, 2006, pág. 4).

En cuanto a las licencias, las correspondientes a software propietario, tienen a restringirse generalmente solo al uso, mientras que las de código abierto, brindan la posibilidad de la copia, la modificación y la redistribución (Bain, Gallego, Martínez, & Rius, 2004).

Con base en lo anterior, existen diferencias entre los permisos otorgados a los usuarios del software, que esto influye en su difusión, impactando variables como precios, efectos de red y administración gerencial, que al igual que otros temas mencionados, requiere de un análisis específico que sale del alcance de este trabajo.

### 3.8 Software en Colombia

Específicamente en Colombia, el sector del software está representado por aquellas empresas cuya actividad económica corresponde a la categoría de “Consultoría en Programas de Informática y Suministro de Programas de Informática”<sup>4</sup>. En este tipo de actividad se encuentran algunas de las empresas de mayor importancia en el país, entre las cuales se destacan las filiales de multinacionales INDRA, ORACLE, HEINSOHN, UNISYS, HEWLETT PACKARD, MPS Mayorista y SAP, entre otras. Sin embargo, el 97% de las empresas lo conforman microempresas (FEDESOF, 2011).

Las empresas multinacionales existentes en Colombia son generadoras de empleo (a través de la contratación de personal y de servicios de *outsourcing* de otras empresas del sector). Igualmente, son competencia para las empresas nacionales que tienen el mismo mercado. Esta última condición es la de interés particular de este trabajo. La presencia de multinacionales constituye un gran reto para la formulación e implementación de estrategias competitivas exitosas por parte de las empresas nacionales.

Las multinacionales de la industria del software en Colombia tienen el 50% de las exportaciones (FEDESOF, 2011). Los principales destinos son: EE.UU, Venezuela, Ecuador, México, Salvador, Panamá, Chile y Brasil. Empresas como Hewlett Packard, IBM, Dell Computer, MPS Mayorista y Unisys de Colombia S.A, registraron el mayor nivel de ventas para el 2003 (ICEX, 2005). En la Tabla 3-1 se muestra la composición de las empresas y sus ventas para el 2008.

Tabla 3-1 Multinacionales en la industria del software colombiana.

Número de empresas de software nacionales	560
Número de multinacionales de software en el país	19
Ventas de software	300 millones de dólares
Exportaciones de Software	30 millones de dólares
Tasa de piratería en Colombia	59%

<sup>4</sup> Actividad económica correspondiente al código CIIU K7220, que para el año 2009 registró 3.662 empresas (FEDESOF, 2011)

Tasa promedio de piratería para América Latina	69%
--	-----

Fuente: FEDESOFTE (2011)

En el Capítulo 5, del libro “Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina”, Rodríguez (2005) narra los efectos y características de las empresas multinacionales en la industria colombiana del software, en la cual se resaltan las siguientes condiciones:

- Normalmente las empresas colombianas actúan como intermediarias de las empresas multinacionales (colaboración).
- Debido a los avances que experimentan las empresas multinacionales, tenderán a buscar sus clientes sin intermediarios.
- El desarrollo de productos compatibles hace que se abra un nuevo mercado para las empresas locales, sin tener que depender de las empresas multinacionales.
- Las empresas multinacionales tienen copados muchos segmentos del mercado y generan grandes barreras de entrada. Estas barreras están asociadas a las ventajas competitivas con las cuales llegan las multinacionales a competir en un mercado específico, algunas de ellas son:
  - Las multinacionales intentan que sus ventajas no se desborden hacia sus competidores locales y cuentan con redes de producción y coordinación con la casa matriz, que les facilita la transferencia de conocimientos (Heijs, 2004).
  - Atienen mayores requerimientos de calidad y control que les permite adaptarse a las exigencias del mercado local y ofrecen precios competitivos, producto de costos marginales menores y cuentan con experiencia en el mercado internacional.
  - Han creado buena imagen y reputación (Heijs, 2004; Bercenilla & Lozano, 2001).
  - Invierten en la diferenciación (tecnológica y comercial) de sus productos (Bercenilla & Lozano, 2001).
  - Poseen know-how tecnológico, marketing y habilidades directivas, contactos de exportación, las relaciones de coordinación con proveedores y clientes (Aitken & Harrison, 1999).
  - Realizan de actividades de I+D e innovación (Aitken & Harrison, 1999).

La diferenciación de los productos y la reducción de costos pueden darse como resultado de los procesos de innovación y de las actividades de I+D, que junto con los recursos intangibles forman las capacidades que le permiten a las multinacionales ser competitiva y crear una buena reputación, adquiriendo así mayor cuota del mercado y creando las barreras de entrada a las empresas nacionales. Por ello, para este trabajo, se tendrá en cuenta los niveles de inversión en capacidades de innovación como elemento distintivo entre las empresas nacionales y multinacionales. Donde generalmente las primeras no cuentan con capacidad de reacción para competir (Heijs, 2004).

- Las alianzas con empresas multinacionales le permiten a las empresas nacionales abrirse a nuevos mercados innovadores, a través de la unión de capacidades.

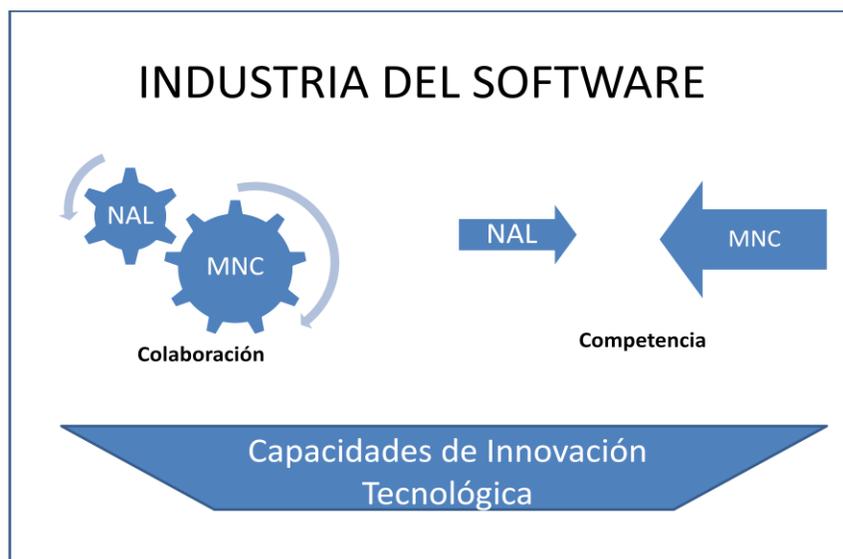


## 4. Modelamiento y simulación

La simulación, independiente de cual método se use, ha venido cobrando importancia en la literatura que se centra en la estrategia en la organización (Adner, 2002, Lant & Mezias, 1990, Repenning, 2002, Rivkin & Siggelkow, 2003 y Zott, 2003, citados por Eisenhardt, & Bingham, 2007), puesto que permite analizar y comprender diferentes fenómenos cuyo estudio no podría realizarse en espacio y tiempo real.

De acuerdo con el objeto de estudio y los presupuestos teóricos de este trabajo, se analiza la relación entre multinacionales, empresas nacionales (en competencia y colaboración) y las capacidades de innovación tecnológica (ver Figura 4-1), definiendo para ello la simulación como método de análisis, específicamente la Dinámica de Sistemas, que permite usar los modelos usados como base para este trabajo (ver numeral 4.1) y cuyo proceso se describe en el numeral 4.2.

Figura 4-1 Relación entre empresas nacionales, multinacionales y las capacidades de innovación tecnológica



## 4.1 Modelos de simulación

Entre los modelos más reportados en la literatura para analizar fenómenos de innovación se encuentran aquellos basados en el modelo de difusión de Bass (1969), quien supone una población de adoptadores potenciales, los cuales adquieren un producto en función de unos coeficientes de innovación e imitación que representan dinámicas particulares del comportamiento de los adoptadores. Este modelo ha sido la base de revisiones y mejoras por parte de múltiples autores, entre los que figuran Norton & Bass (1987), Milling & Maier (1996), Maier (1998) y Chanda & Bardhan (2008), quienes han sumado mejoras en aspectos como las generaciones de productos, la sustitución de productos de distintas generaciones, la competencia entre proveedores, el tiempo de lanzamiento al mercado, el crecimiento del mercado potencial, las estrategias de precio, la inversión en I+D y la variación de los coeficientes de innovación e imitación.

Maier (1998), a través de un modelo de difusión tipo Bass, simula la dinámica competitiva de productos de distintas generaciones. Para cada producto define un conjunto de estrategias (representadas mediante variables como precio, calidad y publicidad, entre otras) que impactan de manera directa sobre la probabilidad de compra del respectivo producto. La probabilidad de compra se convierte en la variable que permite diferenciar el nivel de ventas de un producto. Estas ventas se distribuyen en el tiempo durante el ciclo de vida del producto, a medida que los adoptadores potenciales compran el producto y se convierten en adoptadores, proceso básico del fenómeno de difusión.

Los modelos de difusión competitiva representan el crecimiento de las ventas acumuladas en el tiempo de los productos que compiten en un mercado. Esta competencia se da en mercados acotados, cuya cota superior representa el mercado potencial. Sin embargo, esta cota puede ir aumentando en función de: a) un crecimiento natural de la población de potenciales adoptadores; b) la disminución del precio de los productos; y c) el lanzamiento de generaciones de productos que ofrecen nuevos atributos que satisfacen las necesidades y requerimientos de nuevos potenciales adoptadores.

Maier, en el trabajo citado, también introduce los siguientes componentes en su propuesta de modelo:

- **Competencia entre empresas:** El modelo de Bass está diseñado para representar una dinámica monopolística (un único producto en el mercado), por lo cual no refleja los problemas causados por la competencia entre las empresas existentes y las que pueden llegar en el futuro. Maier introduce la competencia como el estado en el cual las empresas concurrentes compiten por un mismo mercado potencial, siendo la cuota de mercado de cada una función de un conjunto de variables entre las que sobresalen el precio, la compatibilidad (efectos secundarios de red), la promoción, el tiempo de lanzamiento y la inversión en I+D. Esta condición de competencia aplica al crecimiento de las industrias en mercados potenciales acotados, dando como resultado que el crecimiento de ciertas empresas se produzca a costa del decrecimiento, menor crecimiento, estabilización o desaparición de otras empresas.
- **Sustitución de generaciones sucesivas de productos:** Teniendo en cuenta las características de los productos de ciclo de vida relativamente corto, como es el caso del software, una empresa que produce un producto sin mejoras en el tiempo está destinada a salir del mercado, debido al efecto de sustitución. El modelo de Norton & Bass (1987) trabaja con mercados diferentes para cada generación de producto, constituidos por nuevos compradores y una fracción de los adoptadores de la generación anterior, es decir, quienes compran una generación posteriormente pueden comprar las generaciones siguientes
- **Tiempo de entrada y tiempo de lanzamiento:** El modelo de Maier permite simular el momento en el cual una empresa ingresa a competir en un mercado y el momento en cual lanza las nuevas generaciones de su producto. Esta característica permite simular la competencia entre empresas y productos bajo distintos escenarios temporales de entrada y lanzamiento, según las categorías de ingreso de Ansoff & Stewart (1967): i) pioneras; ii) seguidoras tempranas; y iii) firmas de ingreso tardío. Simular estos escenarios es importante porque el ingreso tardío a los mercados supone desventajas frente a las otras dos categorías (Lieberman & Montgomery, 1998). Respecto a la industria del

software, en esta categoría clasifican las firmas de países como India, Irlanda, Israel, China y Brasil. Autores como Arora & Gambardella (2005) y Rouseva (2008), centran sus investigaciones en el análisis del éxito de estos países y los factores que les han permitido compensar sus desventajas como entrantes tardíos.

Otros autores, partiendo de igual manera de Bass, han realizado mejoras al modelo, de tal manera que se incluyen variables relacionadas con la acumulación de capacidades.

Específicamente en el caso de la industria del software, (Pérez, Robledo, Giarratana, & Zollo, 2009) proponen un modelo que toma como bases el modelo de Bass (1969). Este estudio permite analizar la competencia entre dos empresas que difieren en su entrada al mercado (una pionera y otra de ingreso tardío), incluyendo externalidades de red e inversión en capacidades de innovación. En esta misma línea, Palomino (2011) a través de Dinámica de Sistemas, modela las capacidades de innovación y de las multinacionales como ventaja comparativa, las cuales tienen un efecto positivo sobre el mercado, incrementando las ventas internacionales y los beneficios de la firma. Sin embargo, las multinacionales se representan con una sola variable: número de empresas extranjeras que invierten en el país, sin llegar a profundizar en los efectos directos de dichas empresas.

## **4.2 Dinámica de Sistemas**

Entre los métodos de simulación se destaca la dinámica de sistemas, la cual es de gran utilidad para mejorar el aprendizaje de sistemas complejos (Sterman, 2000), puesto que permite: explicar el comportamiento de un sistema en términos de su estructura y sus políticas; sugerir cambios a las estructuras, las políticas, o a ambas, que lleven a una mejora en el comportamiento; sugerir cambios a la estructura y a la política en un sistema pequeño que le permitan a éste sobrevivir o sacar ventaja de lo que un sistema más grande le está haciendo (Coyle, 1978, citado por Awad, 2004).

Modelar con dinámica de sistemas se sustenta en un proceso definido de manera iterativa, donde el resultado de cada una de sus actividades permite la mejora de

cualquiera de las otras, lo que garantiza una constante realimentación y mejora del proceso. Sterman (2000) define las siguientes actividades para este proceso:

- **Identificación del problema:** La razón principal por la que se crea un modelo es dar solución a un problema, por lo tanto este debe identificarse claramente, puesto que no se pretende abstraer un sistema completo, sino hacer una representación de la realidad de manera simplificada.
- **Formulación de una hipótesis dinámica:** Es la manera gráfica con la cual se explica el comportamiento de la problemática, de tal manera que se evidencien las relaciones existentes entre todas las variables identificadas. Se define como hipótesis por ser un planteamiento que se espera aceptar o rechazar a medida que se avanza en el desarrollo del modelo.
- **Formulación de un modelo de simulación:** Esta etapa corresponde a la creación del modelo de simulación, en el cual se designan los tipos de variables y se identifican todas aquellas que, aunque no se evidencien en la hipótesis dinámica, son necesarias para darle sentido al modelo; entre ellas se encuentran parámetros, variables auxiliares, flujos y niveles. Con este modelo se busca aceptar o rechazar la hipótesis o descubrir comportamientos antes no conocidos o relacionados.

La formulación generalmente requiere de programas computacionales para facilitar su desarrollo, para este trabajo se utilizó el software Powersim Studio 7, por ser uno de los software de simulación más completos que existe, puesto que permite, entre otras cosas, garantizar la consistencia dimensional, realizar un amplio análisis de sensibilidad de los parámetros, y diversificar las gráficas en las cuales se puede observar el comportamiento del sistema, a través del tiempo.

- **Validación del modelo:** El proceso de validación de los modelos en dinámica de sistemas tiene un referente general que es Barlas (1996), quien establece dos tipos de pruebas: una prueba directa de estructura y otra orientada al comportamiento del modelo.

Las pruebas directas de estructura permiten evaluar la validez del modelo, de tal manera que se verifiquen la coherencia de las relaciones, tanto el significado real, como la consistencia dimensional. Estas pueden hacerse directamente con el modelo o acudiendo a la literatura.

Las pruebas orientadas al comportamiento buscan garantizar que el modelo a través de las simulaciones genera el comportamiento esperado.

- **Diseño y evaluación de políticas:** En esta etapa final se definen estrategias y reglas de decisión que se representan mediante escenarios, en los cuales se ilustran los resultados de dichas políticas, permitiendo así, realizar un análisis de diferentes situaciones posibles del problema.

### **4.3 Perspectiva sistémica de los efectos de las multinacionales**

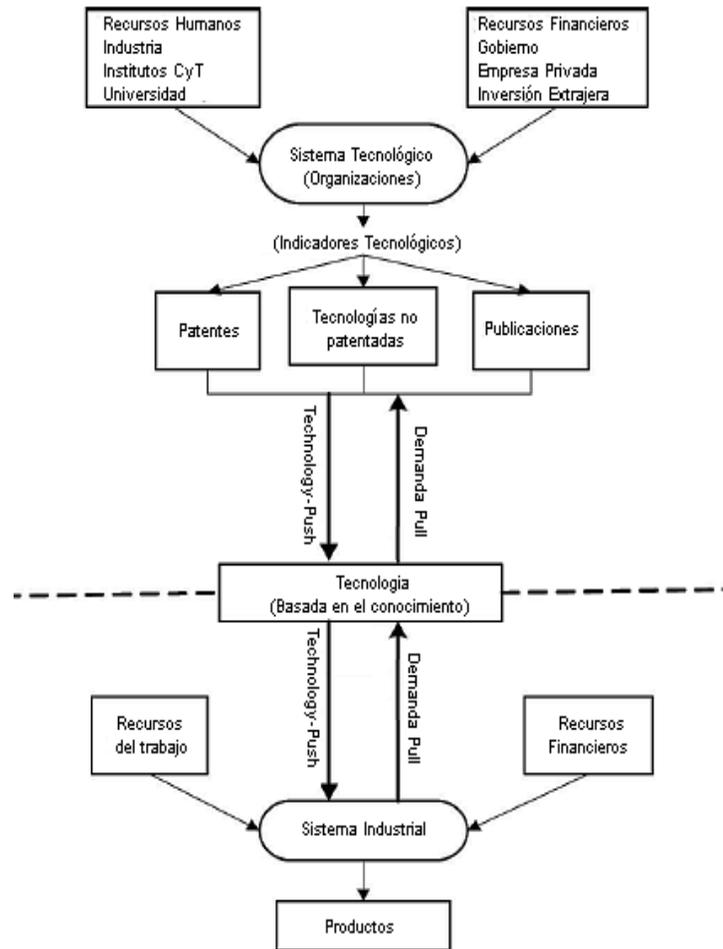
La visión sistémica permite mejorar el entendimiento de los sistemas complejos, en los cuales existe diversidad de variables con múltiples relaciones entre ellas. Ejemplo de estos sistemas se tienen los sistemas productivos y la dinámica de crecimiento de las industrias.

En este sentido, se torna necesario realizar el análisis de los efectos de las multinacionales desde una perspectiva que abarque los diferentes enfoques que se han identificado en la literatura (enfoque económico-productivo y tecnológico), los cuales hacen parte de un sistema general de crecimiento sectorial y nacional. Tal como lo describen Lee & Tunzelmann (2005) al hacer referencia al sistema nacional de innovación, el cual se compone de los subsistemas productivo y tecnológico (ver Figura 4-2), la interacción entre estos dos sistemas es la que darán fruto a la generación de productos, y esto a su vez, a que se dinamice la economía.

Particularmente, lo que se evidencia en la Figura 4-2 es que la inversión extranjera (representada principalmente por las multinacionales), hace parte de los recursos financieros que aportan, tanto al sistema productivo, como al tecnológico. En este

sentido, realizar un estudio que incluya los efectos de las multinacionales en los dos subsistemas, contribuye a desarrollar la propuesta de Lee & Tunzelmann (2005).

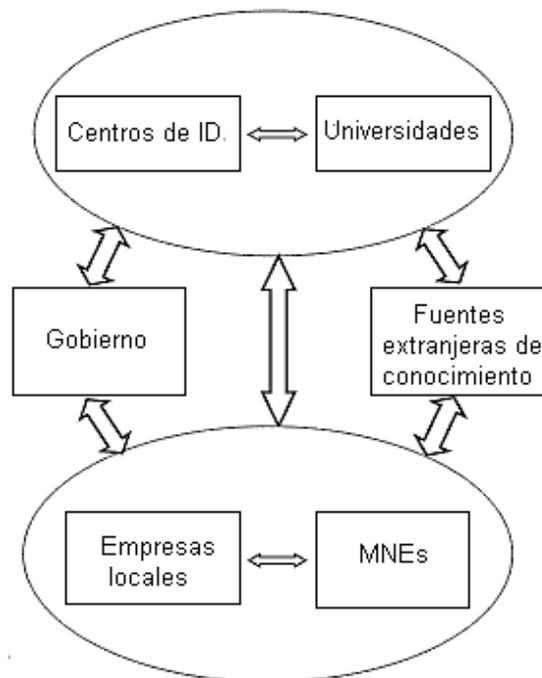
Figura 4-2 Sistemas productivo y tecnológico (Lee & Tunzelmann, 2005)



En la misma trayectoria, Narula & Guimón (2009) estudian el papel de las multinacionales en el sistema de innovación (europeo), para establecer políticas que conlleven al mejor aprovechamiento de la inversión extranjera directa, principalmente en actividades de I+D. Estos autores basan su estudio en que el conocimiento se obtiene tanto de fuentes internas como externas a través de colaboraciones científicas internacionales, alianzas tecnológicas, comerciales de tecnología y la movilidad de estudiantes e investigadores. Por lo tanto, las fuentes de los conocimientos disponibles en los sistemas de innovación

son una mezcla compleja de fuentes nacionales y extranjeras (Narula & Guimón, 2009), como se representa en la Figura 4-3 Sistema abierto de innovación – convencional .

Figura 4-3 Sistema abierto de innovación – convencional (Narula & Guimón, 2009).



Sustentado en lo anterior, se afirma que una empresa multinacional hace parte de la dinámica de crecimiento de una industria, principalmente como fuente de conocimiento en el ámbito tecnológico y como actor productivo en el ámbito económico. En este sentido para realizar el estudio de los efectos de las empresas multinacionales es necesario tener en cuenta lo anteriormente mencionado.

## **5.El modelo**

### **5.1 Propósito**

El propósito del modelo es comprender la dinámica de competencia y colaboración entre empresas multinacionales y empresas nacionales de la industria colombiana del software, a través de su aporte económico y el fortalecimiento de las capacidades de innovación.

El modelo está diseñado para ser una representación de diferentes tipos de empresas (según tamaño y origen del capital), con el fin de realizar un análisis específico que permita generalizar los comportamientos a conjuntos de empresas que cuenten con las mismas características, en este caso, empresas nacionales PYME y empresas multinacionales. Esta forma de análisis permite usar como base los modelos de difusión de innovación, con las respectivas contribuciones y adaptaciones necesarias para este tema específico.

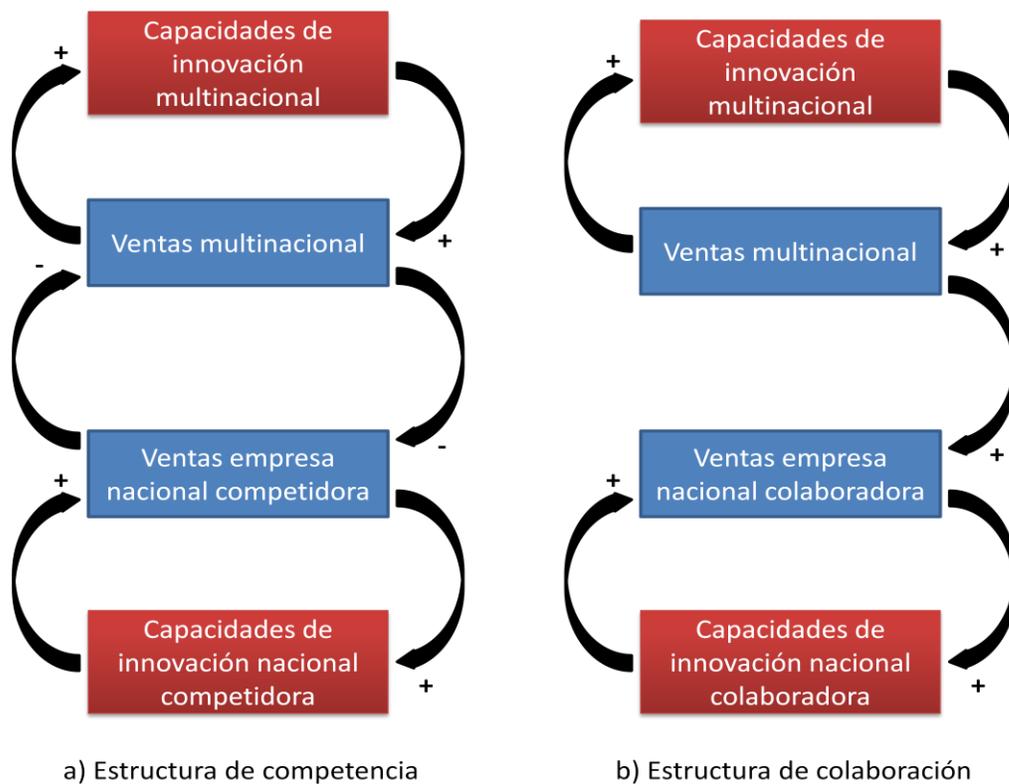
### **5.2 Estructura**

El modelo está diseñado bajo dos estructuras (ver Figura 5-1), una correspondiente a la dinámica de competencia entre empresas y otra a la colaboración de la empresa nacional con la empresa multinacional. De esta manera se pueden realizar simulaciones que muestren los dos tipos de situaciones a las que se puede enfrentar una empresa nacional ante la presencia de una empresa multinacional.

Las dos estructuras también conservan relación con el tipo de producto. En el caso de la estructura de competencia, las empresas nacionales compiten con las empresas multinacionales con productos estandarizados. Mientras que en la estructura de

colaboración las empresas nacionales brindan un servicio a las empresas multinacionales.

Figura 5-1 Estructura del modelo



Con base en lo anterior, se establecen los siguientes supuestos y consideraciones:

1. El crecimiento de una industria se produce en un mercado acotado. La cota superior del mercado está definida por <<MERCADO POTENCIAL>><sup>5</sup>.
2. El <<MERCADO POTENCIAL>> puede considerarse una constante o puede aumentar de acuerdo a una función establecida. Esta función puede depender:
  - a. De la entrada al mercado de nuevas generaciones de producto,
  - b. Del tiempo según una función definida.
3. El crecimiento de la industria del software se produce en un mercado competido (no monopolístico). Esto implica que en un mercado competido y limitado, el

<sup>5</sup> El formato <<MAYUSCULAS SOSTENIDAS>> identifica variables usadas en el modelo

- crecimiento de ciertas empresas se produce a costa del decrecimiento, menor crecimiento, estabilización o desaparición de otras empresas.
4. El crecimiento de la industria del software está representado por el crecimiento de las ventas.
  5. Las ventas se distribuyen en el tiempo durante el ciclo de vida de los productos, a medida que los <<ADOPTADORES POTENCIALES >> compran el producto y se convierten en <<ADOPTADORES>>, fenómeno que denominamos difusión.
  6. En la difusión se distinguen dos tipos de <<ADOPTADORES POTENCIALES>>: los innovadores, cuya decisión de compra depende del mercadeo de los nuevos productos (de la información de los atributos, como especificaciones técnicas); y los imitadores cuya decisión de compra depende del número de <<ADOPTADORES>> existentes.
  7. En los modelos de difusión la <<VELOCIDAD DE ADOPCIÓN>> depende del número de <<ADOPTADORES POTENCIALES>> y de su distribución entre innovadores e imitadores.
  8. Las consideraciones de la 1 a la 7, son contempladas por los modelos de difusión competitiva tipo Bass. Por lo tanto al tomar como base un modelo de este tipo, se satisfacen las primeras consideraciones (Bass, 1969).
  9. El modelo de Bass, es un modelo agregado, muestra la generalidad de un producto, pero puede ser usado para representar las ventas de un producto particular de una empresa (Bass, 1969). Por lo tanto, requiere de mejoras para incluir la competitividad, lo cual se puede hacer si se comparten los mismos <<ADOPTADORES POTENCIALES >> Es posible representar un grupo de empresas de características similares mediante el comportamiento de una única empresa en un modelo de difusión competitiva. Es posible representar la competencia entre  $n$  grupos de empresas de características similares mediante la representación simplificada de  $n$  empresas en un modelo de difusión competitiva.
  10. La industria colombiana de software se puede identificar como  $n$  grupos de empresas de características similares, entre los que se destacan: empresa multinacional, empresa nacional competidora y empresa nacional colaboradora de una multinacional.
  11. Las decisiones de <<TIEMPO DE LANZAMIENTO DEL PRODUCTO>> al mercado, son decisiones estratégicas tomadas por la empresa.

12. Los productos en el mercado se diferencian de dos maneras: 1) la generación del producto que agrupa productos de un mismo nivel tecnológico; pasar de una generación a la siguiente implica un esfuerzo de innovación. 2) Los productos de una misma generación que se diferencian por su <<PROBABILIDAD DE COMPRA>> dentro de un determinado <<POTENCIAL DE MERCADO>>, los cuales son producidos por empresas o grupos de empresas específicos.
13. El <<TIEMPO DE LANZAMIENTO DEL PRODUCTO>> se refiere a los productos de nueva generación. El <<TIEMPO DE ENTRADA>> de la empresa se refiere al tiempo en que la empresa decide entrar a competir por el mercado potencial.
14. Cuando una empresa opta por la colaboración, el nivel de sus ventas está directamente influenciado por las ventas de la empresa con la cual colabora a través de una <<PROPORCIÓN DE VENTAS>>.
15. Son decisiones estratégicas que inciden sobre las ventas:
  - a. La definición del precio del producto.
  - b. La acumulación de capacidades de innovación tecnológica
  - c. El tiempo de lanzamiento de productos
  - d. La decisión de competir o colaborar con las multinacionales
16. Se considera que existe complementariedad entre los productos creados por las empresas.

Con base en lo anterior, se describe a continuación las dos estructuras del modelo:

La estructura básica (de competencia) se basa en el trabajo de Maier (1998), considerando las variables expuestas por dicho autor, con los ajustes y complementos necesarios para adaptarlo a las condiciones del problema a resolver: a) puesto que se trata de la producción de software, se suprimen las variables que representan la producción de bienes manufacturados; b) se agregan los efectos directos de red, por su importancia en el mercado del software; c) se modifica la variable precio para posibilitar la simulación de estrategias de precio; y d) se incluyen las siguientes variables relativas a las capacidades de innovación tecnológica: 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.

La segunda estructura (colaboración con empresas multinacionales) se sustenta en las relaciones que pueden establecer las empresas nacionales y las empresas multinacionales y el efecto que se genere en la acumulación de las capacidades de innovación de las primeras, las cuales cumplen la misma dinámica que si se tratara de una empresa competidora. Los aspectos considerados son establecimiento de alianzas y la contratación de ex empleados de multinacionales. Con relación a las alianzas estratégicas, no se dispone de información cuantitativa, por lo cual se optó por realizar una profundización en el tema, de tal modo que esta variable se pudiese representar en el modelo, tal como se describe a continuación.

Partiendo de lo establecido en la literatura sobre el efecto positivo que genera una alianza (Giarratana, Pagano, & Torrisi, 2004 y Rodríguez, 2005), el cual depende del tipo y la duración de la misma, y de lo plasmando en la Tabla 2-4, se realizó una tabla resumen (Tabla 5-1) en la cual se contemplan las condiciones que rigen la modelación de la variable “tipo de alianza”, la cual será un parámetro que toma valores según los resultados de la columna 4.

Tabla 5-1 Condiciones para el establecimiento de alianzas

<b>Estrategia</b>	<b>Tipo de vinculo</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Valor para el parámetro: tipo de alianza</b>
Mínimo intercambio de capacidades en el ámbito tecnológico	Licencia o contrato	Tecnológica	0.5
Mínimo intercambio de capacidades en el ámbito de mercadeo	Licencia o contrato	Mercadeo	0.5
Máximo intercambio de capacidades en el ámbito tecnológico	Alianza de mediana duración Joint Venture	Tecnológica	1
Máximo intercambio de capacidades en el ámbito de mercadeo	Alianza de mediana duración Joint Venture	Mercadeo	1*

\*El valor de 1 representa el valor máximo para el intercambio de conocimiento, y se asume un valor de 0.5 para el mínimo intercambio.

## 5.3 Hipótesis Dinámica

### 5.3.1 Estructura de competencia

La Figura 5-2 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. 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.

Los dos ciclos de balance (B1) y (B2) corresponden al modelo de difusión de Bass, que 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 5-2, estas demandas son afectadas por los efectos en la probabilidad de compra, siguiendo la propuesta de Maier. 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.

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 (efectos directos de red). En



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.

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).

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).

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 una nueva generación es lanzada al mercado, la atraktividad de los productos de la generación anterior comienza a disminuir ante la competencia de

productos con mejores especificaciones. En este sentido la hipótesis de competencia corresponde a una única generación, por ello debe replicarse tantas veces como número de generaciones deseen simularse. La relación entre generación y generación está definida según lo establecido por Chanda & Bardhan (2008).

### 5.3.2 Estructura de colaboración

Por otro lado, la dinámica de una empresa colaboradora se muestra en la Figura 5-3, donde las ventas de la empresa nacional representan una proporción de las ventas de la empresa multinacional<sup>6</sup> de la cual es intermediaria. Por lo tanto, las ventas de la empresa nacional dependen directamente de las ventas de la empresa multinacional, pero la proporción depende directamente de las decisiones estratégicas de la empresa en cuanto a la inversión en capacidades de innovación, el establecimiento de alianzas y la contratación de ex empleados de las empresas multinacionales.

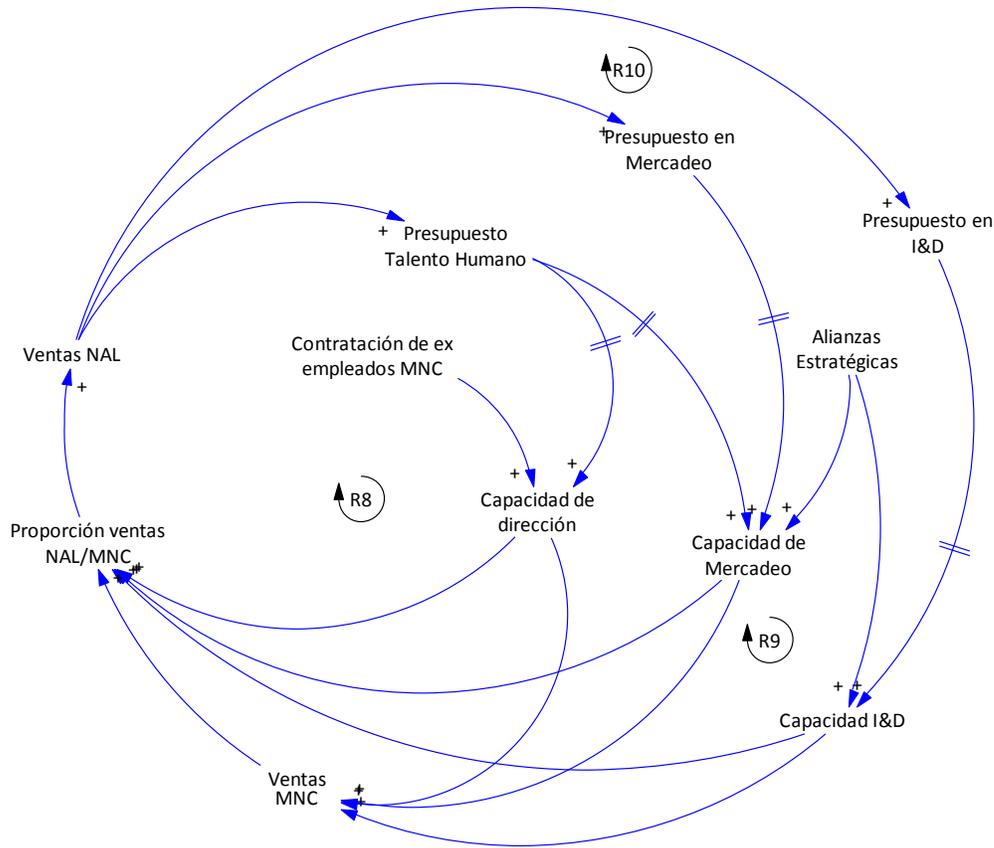
En cuanto a la inversión en capacidades, se cumplen las mismas reglas (ciclos de realimentación) que las establecidas en la Figura 5-2, puesto que aunque el mercado potencial de esta empresa está dado por los servicios que ofrece a la empresa multinacional, la inversión en capacidades tendrá un efecto positivo en la proporción de ventas que la empresa nacional tiene de las ventas de la empresa multinacional, es decir, la proporción de ventas de la empresa nacional aumentará a medida que ésta invierta en capacidades de innovación.

Según Giarratana, Pagano, & Torrisi (2004) la contratación de ex empleados de multinacionales tiene un efecto positivo directo en la capacidad de direccionamiento estratégico, puesto que estas personas vienen con mejor preparación que la que tienen los recién egresados o con experiencia previa en otras empresas nacionales. Sin embargo, aquí no se genera ciclo de realimentación debido a que la contratación de este tipo de personas no depende directamente del nivel de ventas de la empresa.

---

<sup>6</sup> Las ventas de la empresa multinacional resultan de la difusión competitiva entre las multinacionales y las empresas nacionales que comparten el mismo mercado

Figura 5-3 Diagrama Causal -Colaboración



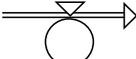
Con relación al establecimiento de alianzas, se pueden generar dos tipos de beneficios dependiendo del tipo de alianza establecida, por lo cual se dejan explícitas las dos capacidades que se pueden afectar de manera positiva, en este caso: la capacidad de mercadeo y la capacidad de I+D.

Dentro de los ciclos R8, R9 y R10, también se genera el “gana a gana” de la relación de colaboración entre la empresa nacional y la empresa multinacional, en la cual la acumulación de las capacidades de la empresa nacional va afectar positivamente la probabilidad de compra del producto de la empresa multinacional, debido a que las mejoras del servicio ofrecido por la empresa nacional se verán reflejados en la calidad del producto de la empresa multinacional.

## 5.4 Descripción del modelo

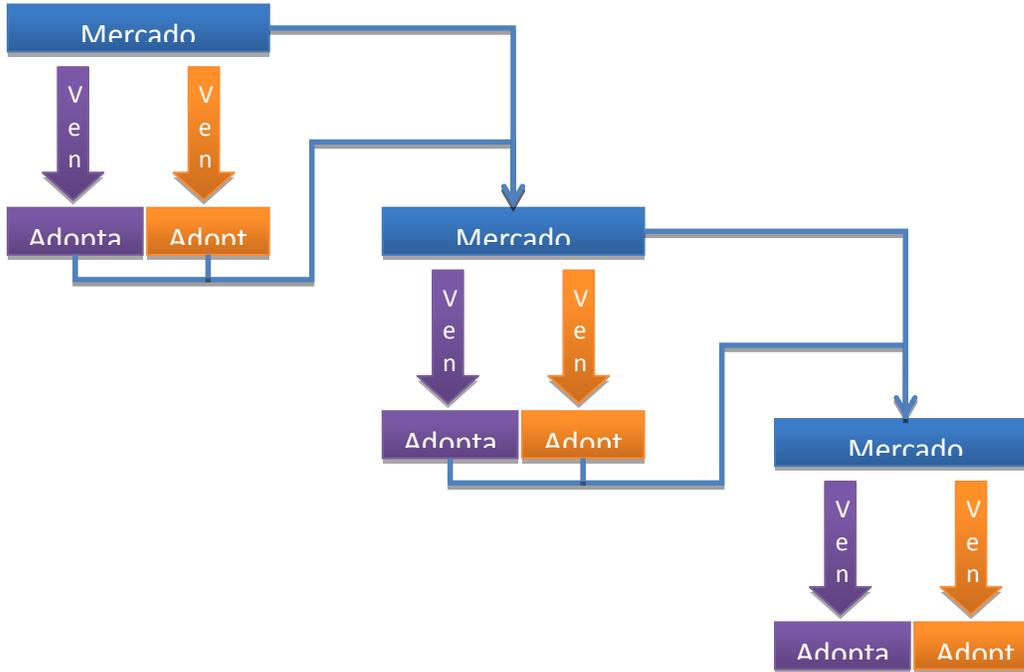
A continuación se describe el diagrama de Forrester con el cual se formaliza el modelo. Este diagrama hace uso de cuatro tipos de variables (detallados en la Tabla 5-2) que permiten generar la dinámica descrita en los diagramas causales. Cabe aclarar que los diagramas de Forrester contienen más información, lo que se evidencia en el mayor número de variables usadas.

Tabla 5-2 Tipos de variables usados en el diagrama de Forrester

Tipo	Nivel	Flujo	Variable auxiliar	Parámetro
Símbolo	 Nivel_1	 Tasa_1	 Auxiliar_1	 Constante_1
Descripción	Es la variable de estado, su variación depende de los flujos de entrada y salida que tenga. Y representa la acumulación.	Representa un cambio en el sistema	Cantidad con un cierto significado en la vida real, con un tiempo de respuesta instantáneo.	valor constante o variable cuya evolución es independiente del sistema
Ejemplo	Ventas acumuladas	Tasa de ventas	Efectos del precio	Valor del coeficiente de innovación
Variantes	Cuando una variable es utilizada en diferentes partes del modelo se muestra con cuatro vértices que representan que fue tomada de otro lugar			

En la Figura 5-4 se ilustra el esquema general del modelo, el cual corresponde a la competencia entre dos empresas que comparten un mismo mercado potencial y sus ventas dan como origen los adoptadores de las diferentes generaciones (en este caso se trabajó con tres generaciones, pero el modelo puede expandirse a más generaciones de ser necesario).

Figura 5-4 Esquema general del modelo



El modelo está compuesto por cinco componentes principales: El subsistema de difusión con el cual se representa las ventas de los productos estandarizados, el subsistema de acumulación de capacidades, el subsistema de la estrategia de precios, el subsistema de los efectos sobre la probabilidad de compra y por último el subsistema de colaboración. Cada uno de estos subsistemas es explicado a continuación.

#### 5.4.1 Subsistema de difusión

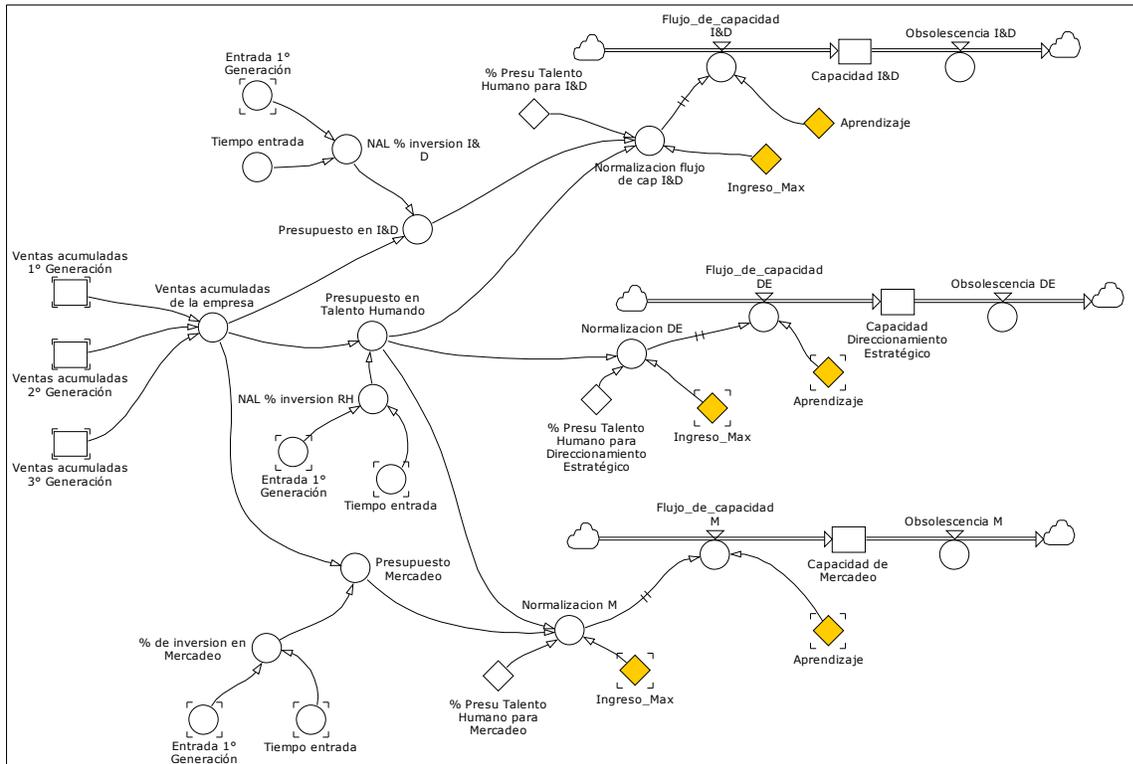
Hace referencia al modelo planteado por Maier (1998), el cual se mejora con la inclusión de los efectos del precio, de las capacidades de innovación y los efectos de red, los cuales afectan de manera diferente cada probabilidad de compra: la innovativa y la imitativa, generando los dos tipos de demandas correspondientes.

La demanda innovativa solo se ve afectada por el efecto de las capacidades, mientras que la demanda imitativa es afectada por el precio, los efectos de red y las capacidades. La suma de estas dos demandas da como resultado la tasa de ventas de la empresa (unidades). Por lo cual, para obtener el valor de las ventas en dinero, las ventas en unidades son multiplicadas por el precio correspondiente y, finalmente, son acumuladas.



(Winter, 2003) o por la rotación del personal (Grobler, 2010; Winter, 2003). Para la simplificación del modelo se establece como un tasa constante (ver Figura 5-6).

Figura 5-6 Modelo de acumulación de capacidades



### 5.4.3 Estrategia de precios

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 (ver Figura 5-7), de tal manera que el modelador puede indicar las variaciones que tiene el precio durante la vida útil de cada generación del producto (ver Figura 5-8). 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.

Figura 5-7 Posibles estrategias de precios (Hewing, 2010).

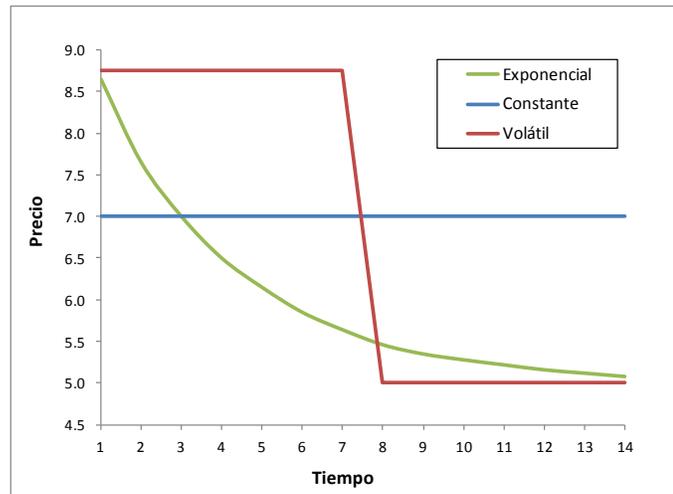
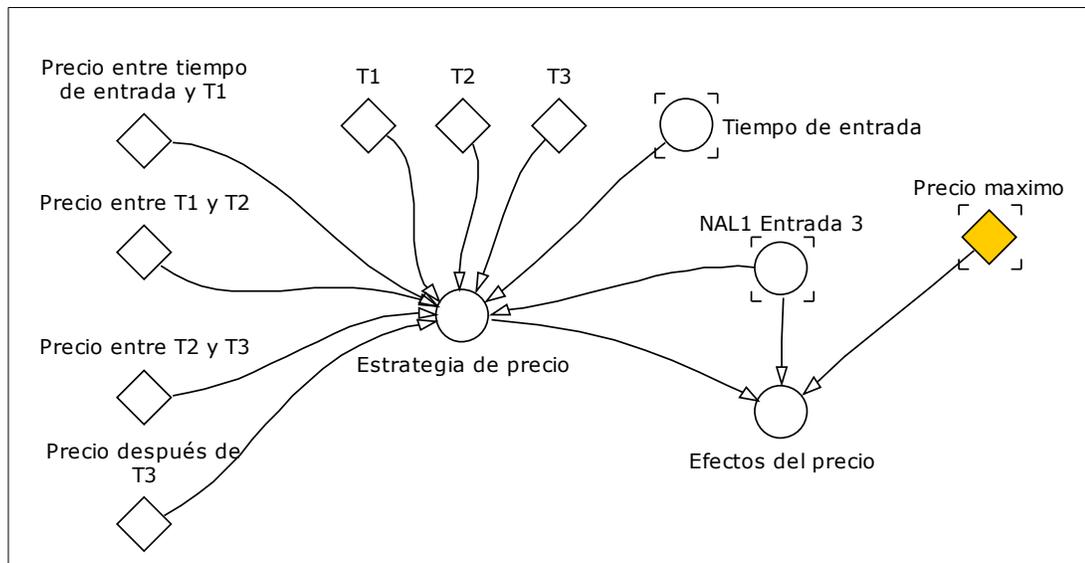


Figura 5-8 Estrategia de precios



### 5.4.4 Efectos sobre la probabilidad de compra

Los efectos son obtenidos de manera simple a través de la ponderación de los tres efectos: del precio, de red y de las capacidad de innovación (ver Figura 5-9). El efecto del precio se explicó en el numeral 5.4.3, por lo cual aquí se mostrarán los efectos faltantes.

Los efectos de red se generan de la relación directamente proporcional del número de adoptadores totales (ver Figura 5-10), este efecto no es particular para cada generación puesto que en las empresas de software cuando se lanza una nueva generación se

espera que esta sea compatible con la anterior. El efecto se obtiene al normalizarlo en un valor que luego afecte la probabilidad de compra.

Figura 5-9 Sumatoria de efectos

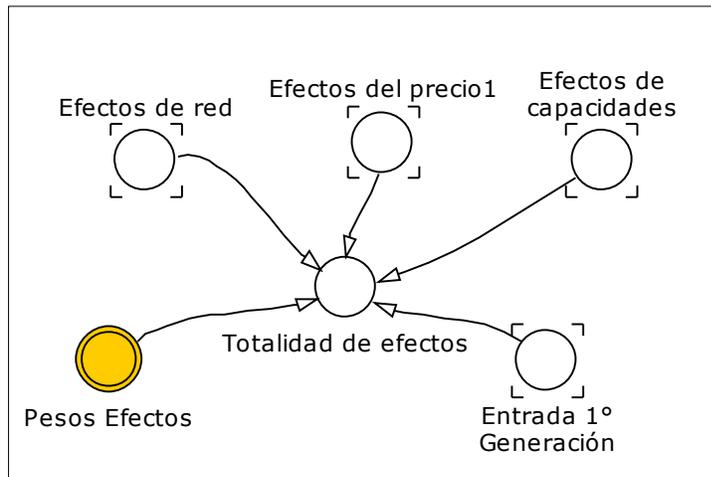
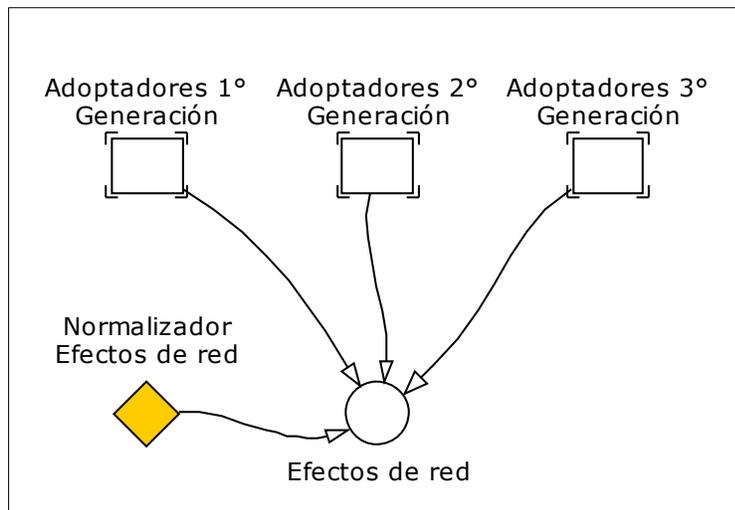
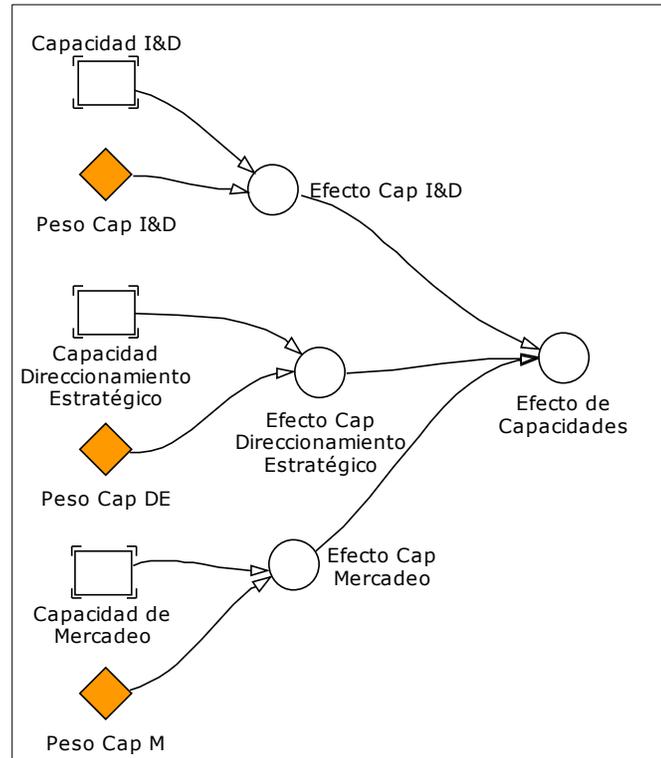


Figura 5-10 Efectos de red



Por otro lado, el efecto de las capacidades se obtiene del valor acumulado en cada instante de cada una de las capacidades de manera ponderada, es decir, cada capacidad aporta al efecto general por un valor que suma el 100% (ver Figura 5-11).

Figura 5-11 Efecto de las capacidades



### 5.4.5 Subsistema de colaboración

La estrategia de colaboración define la manera como se determinan las ventas de la empresa nacional; en el subsistema de difusión, las ventas se obtienen de la probabilidad de compra, mientras que en la estrategia de colaboración las ventas de la empresa nacional son representadas como una proporción de las ventas de la multinacional, tal como se muestra en la Figura 5-12.

Las ventas acumuladas de la empresa multinacional se obtienen del subsistema de difusión, puesto que sus ventas son de productos estandarizados.

La dinámica de acumulación de capacidades es la ya explicada en el numeral 5.4.2, puesto que es la dinámica general para cualquier tipo de empresa; por lo tanto, no se muestra nuevamente. Sin embargo, en la modalidad de colaboración existen dos aspectos adicionales a considerar: la contratación de ex empleados de empresas multinacionales y el establecimiento de alianzas, variables que generan un nuevo flujo de entrada a las capacidades, tal como se resalta en la Figura 5-13.

Figura 5-12 Ventas empresa nacional en colaboración y efecto en las ventas de la multinacional

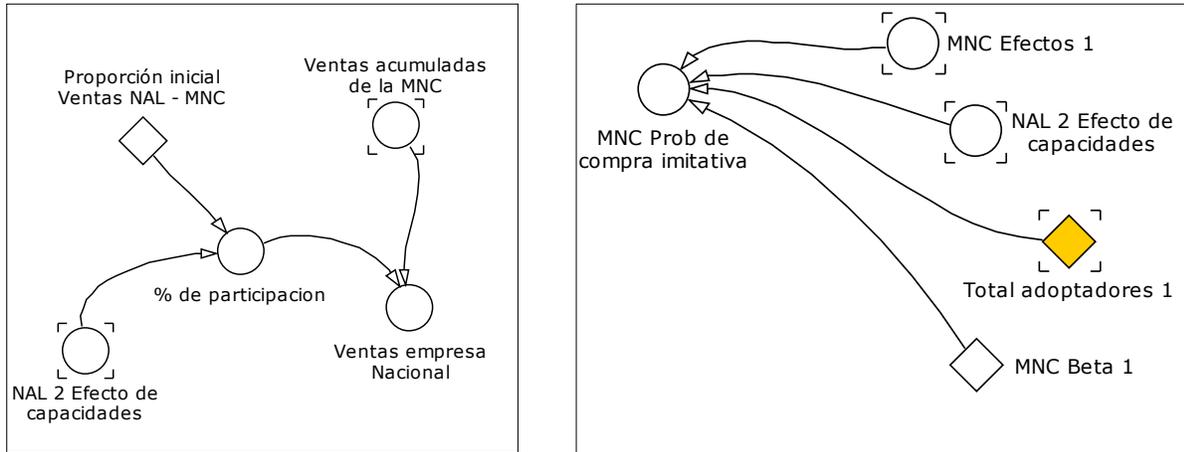
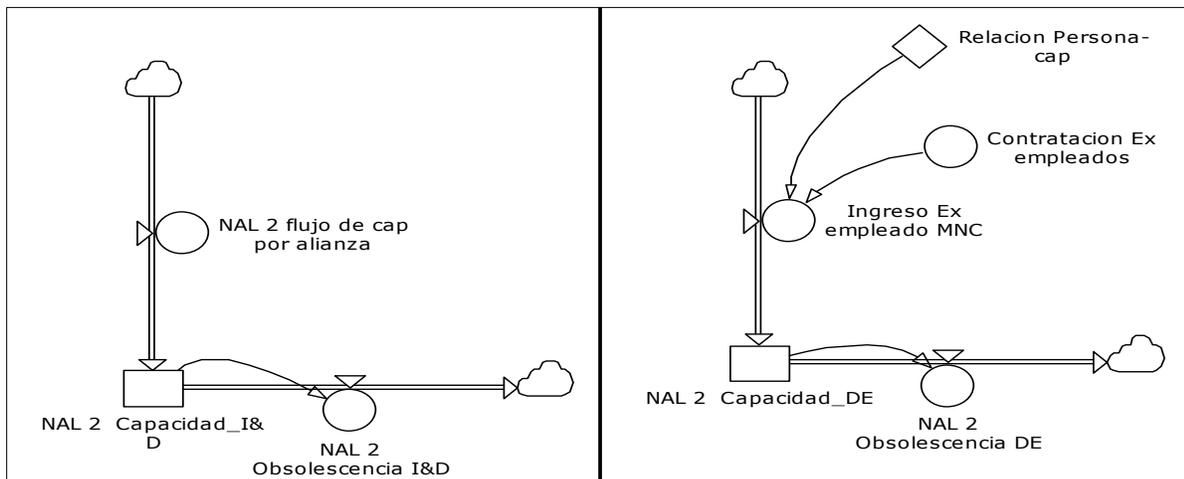


Figura 5-13 Efectos en las capacidades por alianza o contratación de ex empleados de MNC

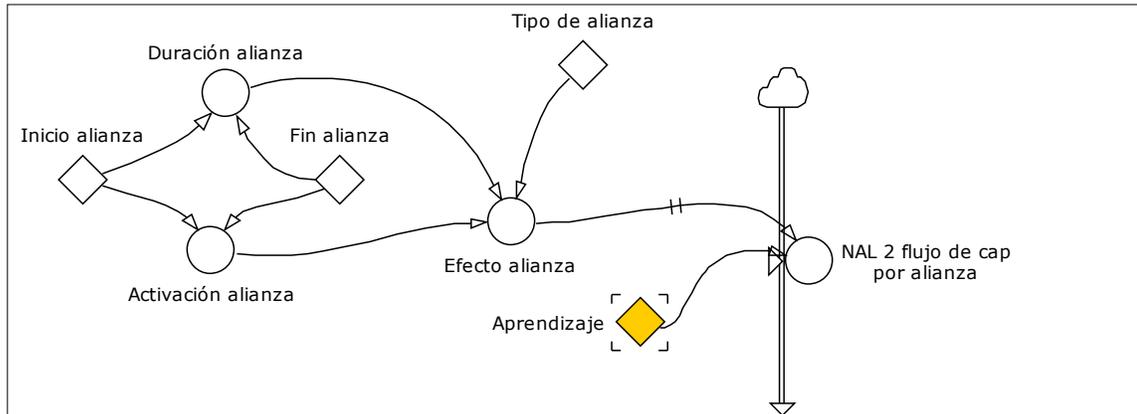


Nota: Se muestra como ejemplo el efecto por alianza solo en la capacidad de I+D. El cual presenta la misma relación con cualquiera de las otras capacidades.

De manera específica la dinámica de las alianzas y su efecto en la capacidad respectiva (de I+D o mercadeo) depende de la fecha de inicio, la fecha de finalización (lo que define la duración) y el tipo de alianza (que hace referencia a si es un contrato, una licencia o un Join Venture). Durante el tiempo que dura la alianza se genera un flujo de entrada para la

acumulación de capacidad, afectado por un retardo, resultado del aprendizaje (ver Figura 5-14).

Figura 5-14 Dinámica de la alianza estratégica



## 5.5 Validación del modelo

### 5.5.1 Consideraciones

Para la verificación de parámetros del modelo se tienen en cuenta tres aspectos importantes para determinar el proceso a seguir:

- 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 para algunas variables no usa valores absolutos, sino valores relativos, donde lo más importante es poder conocer el comportamiento general de este problema. Ejemplo de estas variables se tiene el mercado potencial, donde se busca representar el crecimiento generalizado para productos de software (ver numeral 5.6 para una mayor explicación de la definición de esta variable).

Con base en lo anterior se definen las siguientes pautas y condiciones para la realización de las distintas pruebas de validación:

1. **Realización de las pruebas directas de estructura:** Se realizan las pruebas de condiciones extremas y validación dimensional.
2. **Definición de parámetros:** La definición de parámetros se basa en el tipo de fuente de información disponible para ello, bajo las siguientes consideraciones:
  - Se le da prioridad a aquellos datos cuya información cuente con evidencia empírica y validada en la literatura.
  - Como segunda alternativa se recurre a datos de estudios de caso, que aunque no están soportados estadísticamente, dan cuenta de valores reales.
  - Por último, se manejan datos de manera proporcional para medir de manera relativa los valores de aquellas variables de las cuales no se cuenta con datos absolutos, pero que hasta la fecha se acostumbra a medir de manera relativa (principalmente las capacidades de innovación).

El anexo A resume cada uno de los valores de parámetros usados y su respectiva fuente y significado.

3. **Realización de las pruebas de estructura asociadas al comportamiento:** son las pruebas que garantizan que el modelo replica el comportamiento esperado.

## 5.5.2 Desarrollo de la validación

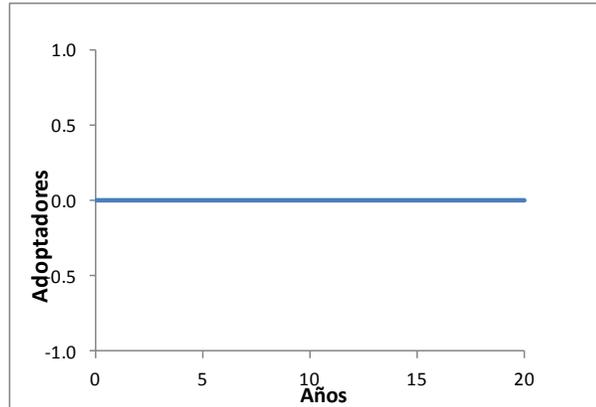
### 5.5.2.1 Pruebas directas

- **Pruebas de condiciones extremas**

Se realizaron pruebas para ratificar el tipo de comportamiento esperado al introducir valores extremos para ciertos parámetros.

Si se definen valores nulos para los coeficientes de innovación e imitación, se espera que no existan ventas, como efectivamente sucede (ver Figura 5-15).

Figura 5-15 Prueba extrema coeficientes de innovación e imitación nulos



Ante la decisión de no invertir en capacidades de innovación, las ventas de los productos disminuyen según el comportamiento esperado, y las capacidades en vez de acumularse tienen una disminución como resultado de la obsolescencia (ver Figura 5-16 y Figura 5-17).

Figura 5-16 Prueba extrema no inversión en capacidades – disminución de capacidades

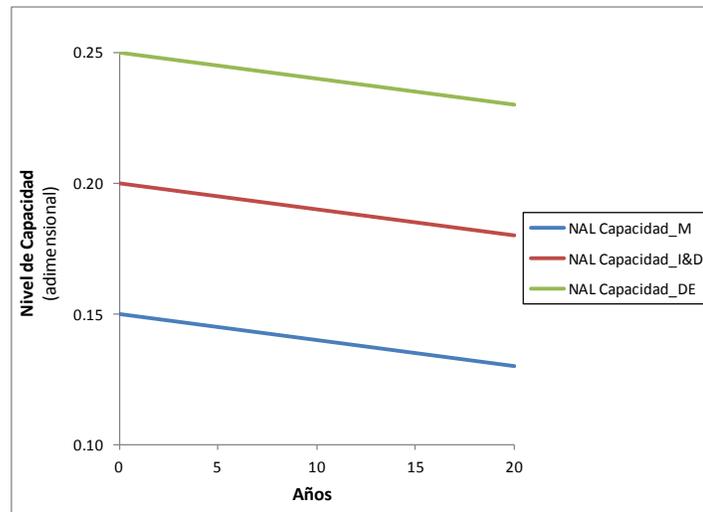
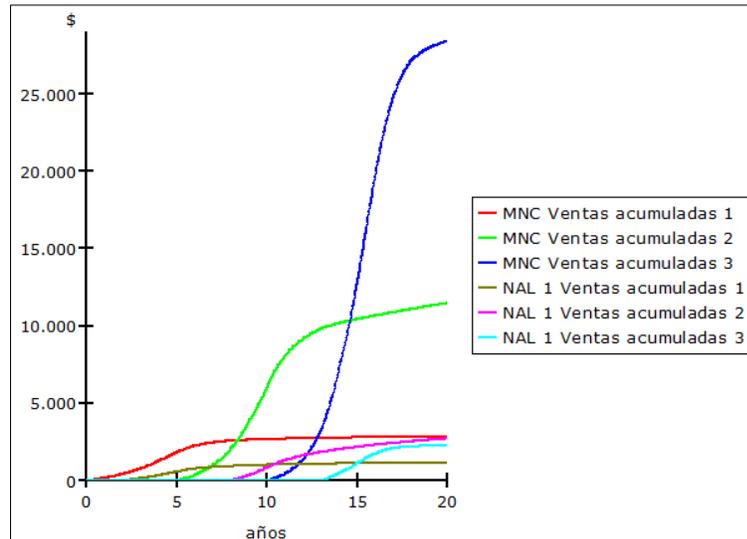


Figura 5-17 Prueba extrema no inversión en capacidades – disminución de las ventas



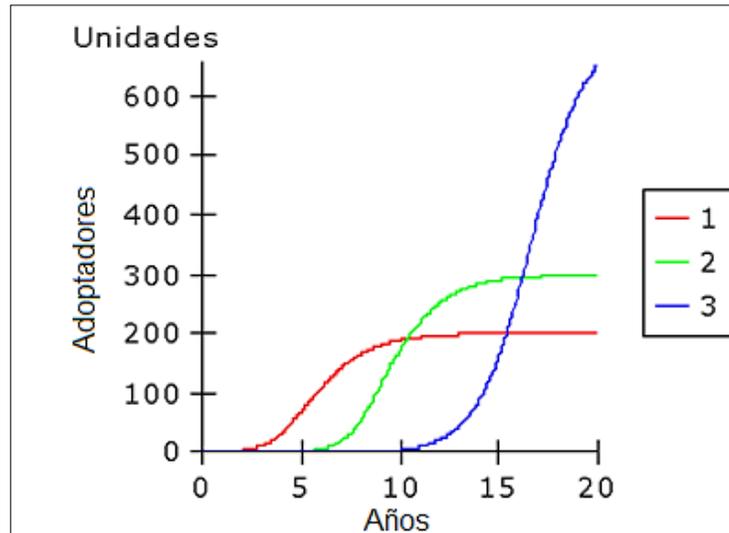
#### ▪ Pruebas de consistencia dimensional

El programa usado para el desarrollo del modelo, Powersim Studio 7, tiene como requisito para realizar simulaciones que el modelo garantice la consistencia dimensional. Por lo tanto, durante todo el desarrollo del modelo se ha tenido en cuenta esta condición.

#### 5.5.2.2 Pruebas de comportamiento

Gracias a que el modelo base es un modelo de difusión, al replicar el comportamiento en “S” de las ventas, no solo para la primera generación de un producto sino también para las siguientes generaciones, se valida que el modelo tenga el comportamiento esperado. Al momento de la construcción del modelo se definieron hipótesis sobre las relaciones causa efecto de las variables, sustentadas en la literatura. Para conservar la simplicidad del modelo, estas relaciones se establecieron siguiendo las pautas usadas por Maier (1998), sin que la inclusión de las nuevas variables afectara el comportamiento esperado de la difusión del producto, como se ilustra en la Figura 5-18.

Figura 5-18 Prueba de comportamiento en “S” de la difusión de un producto que cuenta con tres generaciones, lanzadas en los tiempos 0, 5 y 10.



## 5.6 Implementación del modelo

Para la implementación del modelo se tiene en cuenta que lo ilustrado en los diagramas causales (Figura 5-2 y Figura 5-3) hace referencia a la dinámica interna de una empresa, que refleja los resultados de sus estrategias a través de la difusión de sus productos, para el caso de la competencia, y el aumento de la proporción sobre las ventas de una multinacional, para el caso de la colaboración.

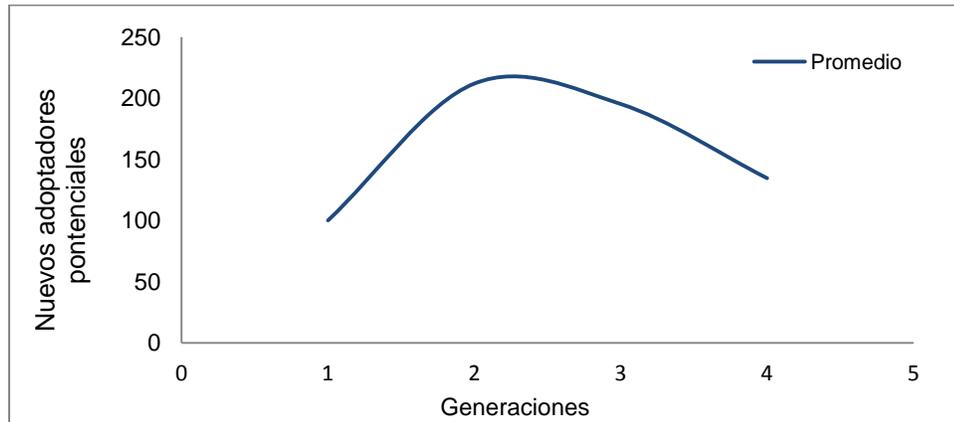
Las diferencias entre las empresas se encuentran en las decisiones estratégicas: porcentajes de inversión en capacidades, precios, tiempo de entrada y de lanzamiento de sus productos y número de generaciones. Por lo tanto, al replicar este diagrama para varias empresas se puede simular la competencia entre tipos de empresas que compiten por un mismo mercado potencial, de tal manera que una de estas empresas sea una multinacional. Para ello se plantean los siguientes supuestos:

- Es posible representar un grupo de empresas de características similares mediante el comportamiento de una única empresa en un modelo de difusión competitiva. Por lo tanto, en el modelo se representan tres tipos de empresas: multinacionales, nacionales con estrategia de competencia y nacionales con estrategia de colaboración.

- Las empresas multinacionales cuando llegan a un nuevo país se caracterizan por poseer altos niveles de capacidades de innovación, resultado de la acumulación de inversiones en la casa matriz y otras posibles filiales. Las empresas nacionales, por el contrario, son entrantes tardías al mercado del software, lo que hace que se caractericen por tener unos niveles de capacidades significativamente menores que las multinacionales.
  
- Para las simulaciones, se define un mercado y empresas que compiten, bajo las siguientes condiciones generales:
  - Nuevos adoptadores potenciales para la primera generación = 50 adoptadores potenciales
  - Nuevos adoptadores potenciales para la Segunda generación = 100 adoptadores potenciales
  - Nuevos adoptadores potenciales para la Tercera generación = 100 adoptadores potenciales
  - Horizonte de tiempo = 20 años.
  - Las empresas multinacionales definen las mismas estrategias de innovación para todos los escenarios

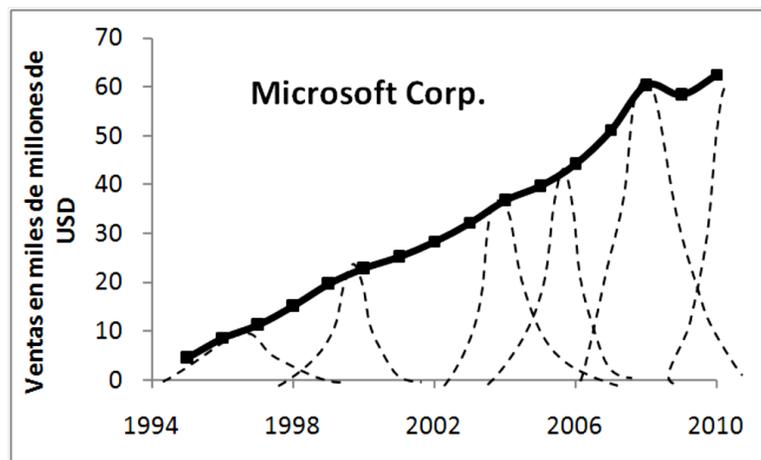
Debido a que aún no se han identificado contribuciones que permitan conocer como es la dinámica de crecimiento del mercado potencial para las nuevas generaciones de productos de software específicamente (Pérez, 2011), se recurrió a productos de hardware que ofrece la literatura. Por lo tanto, los valores de nuevos adoptadores potenciales para las tres generaciones está basado en un crecimiento promedio obtenido del comportamiento identificado por (Chanda & Bardhan, 2008) para dos productos en particular (Mainframe y DRAM) tomados para la construcción de modos de referencia, en los cuales de evidencia un crecimiento para la segunda generación del 100% y luego un decrecimiento levemente (ver Figura 5-19).

Figura 5-19 Comportamiento promedio de los nuevos adoptadores potenciales



El horizonte de tiempo se definió teniendo en cuenta la vida útil promedio de un producto de software que normalmente se encuentra entre dos y cinco años, lo que implica el lanzamiento de las siguientes generaciones en periodos similares. Pérez (2011) con base en información de varias empresas construye modos de referencia en los cuales se evidencian los tiempos de lanzamiento. Como ejemplo se muestra en la Figura 5-20 las generaciones de un producto en particular de la empresa Microsoft Corporation, representadas por las líneas punteadas, las cuales se separan entre dos y cinco años. En este sentido, y considerando para la modelación tres generaciones de producto, se requiere de 20 años para ver el comportamiento de la última generación asumiendo lanzamientos de generaciones de cinco años.

Figura 5-20 Modo de referencia para visualizar tiempos de lanzamientos de las diferentes generaciones de producto (Pérez, 2011).





## **6. Simulación de escenario y análisis de resultados**

En este capítulo se presentan los resultados del despliegue de diferentes estrategias que pueden implementar las empresas nacionales ante la presencia de empresas multinacionales, las cuales se plantean bajo el esquema de escenarios simulados a través del modelo propuesto en el capítulo anterior.

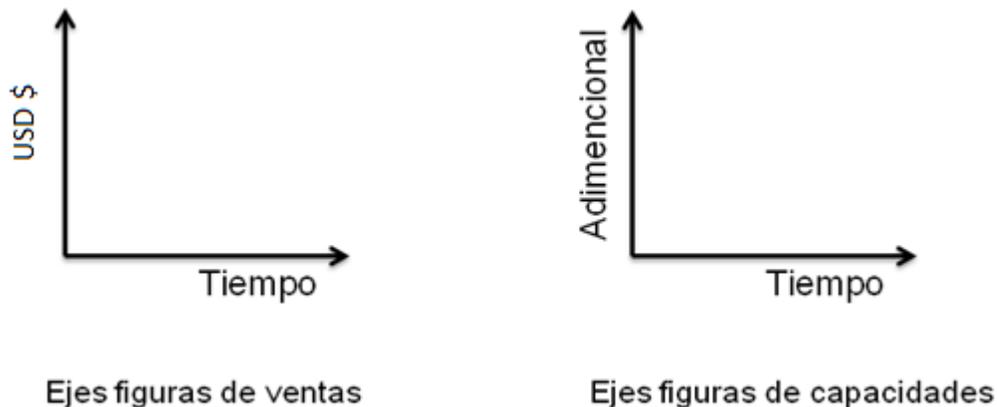
El primer escenario simulado es el escenario base, el cual no corresponde a un comportamiento de una empresa particular, ni tiene una única versión, sino que es el escenario que muestra un estado neutral bajo las decisiones comunes de una empresa nacional en cuanto a las variables estratégicas definidas. Este escenario se establece con el fin de poder comparar los resultados que se alcanzan con las diferentes estrategias propuestas.

Los primeros cuatro escenarios se crean para analizar los resultados de diferentes decisiones estratégicas que puede implementar una empresa nacional que compite con una empresa multinacional, la cual, en todas las simulaciones, establece las mismas decisiones estratégicas en cuanto al nivel de inversión en capacidades, tiempos de lanzamientos de sus generaciones y precios del producto.

El escenario 5 y el escenario 6 se crean con el fin de analizar la estrategia de colaboración de una empresa de software nacional que sirve como proveedora de una empresa multinacional.

Para cada uno de los escenarios se muestran los comportamientos de las ventas y las capacidades, y los ejes son los descritos en la Figura 6-1.

Figura 6-1 Ejes figuras de ventas y capacidades



## 6.1 Escenario 0: Igualdad de condiciones

Con este escenario se quiere mostrar las bondades del modelo en cuanto a las condiciones de igualdad de las estrategias definidas por las empresas, es decir, dos empresas que compiten por el mismo mercado y definen las mismas estrategias tendrán el mismo comportamiento en sus ventas y acumulación de capacidades, sea empresa nacional o multinacional (ver Figura 6-2 y Figura 6-3). Este caso aplica para aquellas empresas de gran tamaño que llevan más de 10 años en el mercado y han alcanzado una rutina de acumulación de capacidades que las hace competitivas al nivel de las empresas multinacionales.

En la Figura 6-2 se espera observar seis líneas que representen las ventas de cada una de las generaciones de los productos de las dos empresas, sin embargo se observan sólo tres líneas puesto que ambas empresas alcanzaron los mismos niveles de ventas y las líneas están sobre puestas.

Adicional a lo anterior, de este escenario también se puede obtener el comportamiento patrón de la acumulación de capacidades antes una estrategia en la cual se mantiene el mismo nivel de inversión (se le llamará patrón, puesto que aunque se espera que exista una acumulación de capacidades, su comportamiento aun es desconocido). Por ejemplo, a las empresas que inician con un nivel de capacidad de I+D de 0.2 y una inversión anual del 20%, les toma aproximadamente seis años para poder ver un aumento en dicha

capacidad manteniendo el mismo nivel de inversión (ver Figura 6-3). Este comportamiento representa el proceso de acumulación de capacidad. De igual manera, solo se observan tres líneas correspondientes a cada una de las capacidades, debido a que se superponen las de las dos empresas.

Figura 6-2 Escenario 0 - Nivel de ventas acumuladas

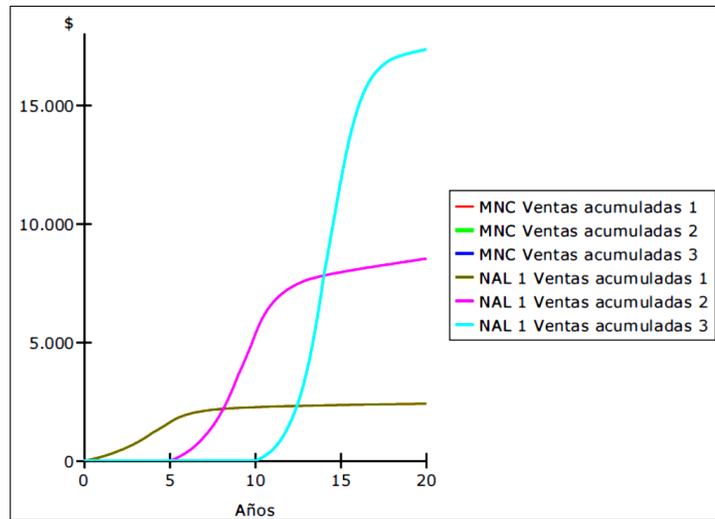
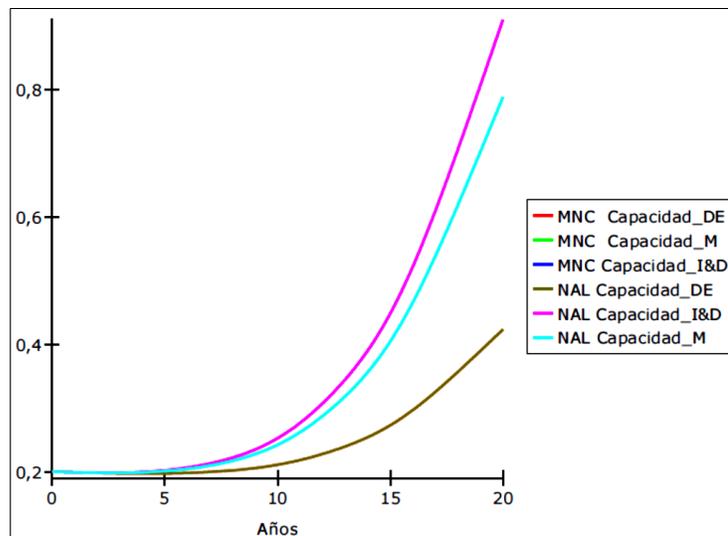


Figura 6-3 Escenario 0 - Acumulación de capacidades



## 6.2 Escenario 1

**Entrada de una empresa nacional con bajos niveles de inversión en capacidades de innovación y bajos niveles iniciales de capacidades a un mercado en el cual ya se encuentra una empresa multinacional.**

Se simula una empresa nacional con bajos niveles de inversión en todas las capacidades de innovación, lo que tendrá como principal consecuencia el desmejoramiento de los atributos de su producto ante el de la competencia. Un bajo nivel de inversión en I+D es responsable de un bajo estándar tecnológico y de que las próximas versiones del producto salgan al mercado en un tiempo de lanzamiento relativamente tardío. Un bajo nivel de inversión en mercadeo impide una buena promoción del producto, disminuyendo su probabilidad de compra por desconocimiento.

De igual manera, un bajo nivel de inversión en la capacidad de direccionamiento estratégico da como resultado una mala articulación e implementación de políticas y mecanismos que conlleven a una adecuada administración de su portafolio y a la toma de decisiones que mejoren la difusión. En cuanto al precio y a la variación del mismo, la empresa implementa una estrategia de bajo precio para atraer más adoptadores potenciales, con el precio disminuyendo aún más a medida que su competidora disminuye los precios de sus productos. En la Tabla 6-1 Parámetros del escenario 1 se muestran los parámetros del escenario descrito.

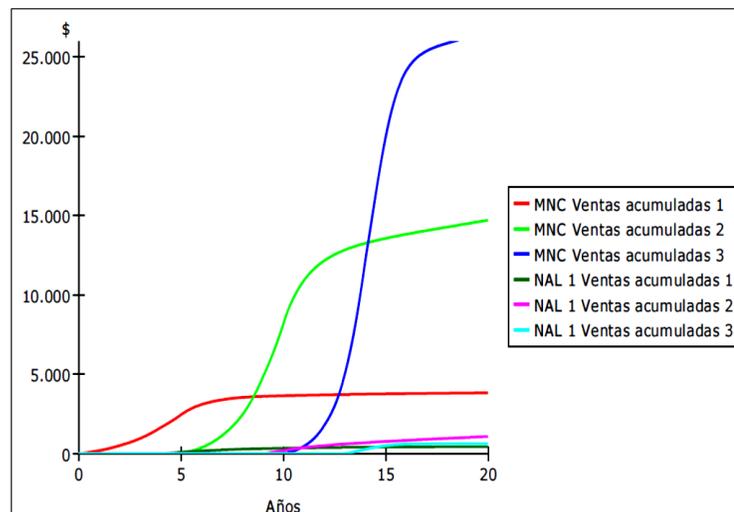
Tabla 6-1 Parámetros del escenario 1

Parámetro	Escenario 1	
	Multinacional	Nacional
Tiempo de entrada	0	4
Número de generaciones	3	3
Tiempo 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%	5%

Parámetro	Escenario 1	
	Multinacional	Nacional
% 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
Cap. inicial de direccionamiento	0.5	0.1

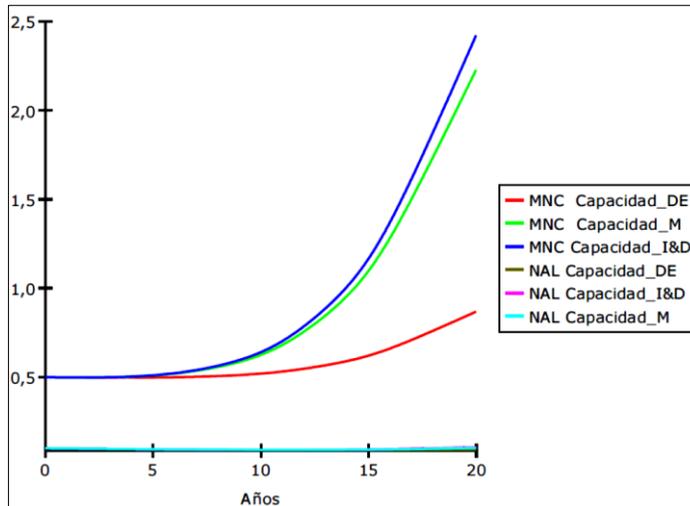
Este escenario representa para la empresa nacional un deterioro progresivo en las ventas de su producto en las sucesivas generaciones. La empresa, al entrar al mercado, consigue un aceptable nivel de ventas acumuladas durante la primera generación; sin embargo, para las próximas generaciones obtiene niveles inferiores al inicial. La empresa multinacional, en cambio, mantiene su crecimiento en ventas con el lanzamiento de nuevas generaciones de su producto (ver Figura 6-4). Este comportamiento es una de las razones que puede explicar por qué algunas empresas nacionales de la industria colombiana del software no llegan a permanecer mucho tiempo en el mercado. Los niveles de venta y las inversiones en capacidades de innovación tecnológica no son suficientes para cerrar la brecha de competitividad que las separan de las empresas multinacionales.

Figura 6-4 Escenario 1 - Nivel de ventas acumuladas



El proceso de acumulación de capacidades es significativamente inferior al de la empresa multinacional, lo que se puede evidenciar gráficamente en la Figura 6-5 y de manera numérica comparándola con el escenario 0.

Figura 6-5 Escenario 1 - Acumulación de capacidades



### 6.3 Escenario 2

**Entrada de una empresa nacional con adecuados niveles de inversión en capacidades de innovación y niveles iniciales de capacidades a un mercado en el cual ya se encuentra una empresa multinacional.**

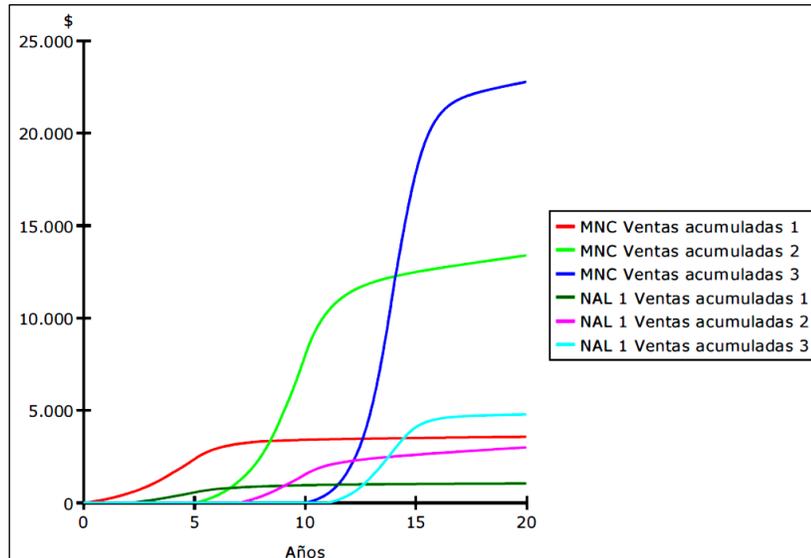
Con base en los resultados del escenario 1, la empresa que está en la situación de ingreso tardío debe lanzar un producto cuyos atributos sean realmente competitivos, permitiéndole superar las barreras ya levantadas por la empresa multinacional. Por tanto, antes de ingresar al mercado, debe contar con un nivel suficiente de capacidades de innovación y establecer estrategias agresivas de aumento de la inversión para mejorar los niveles de ventas de las próximas generaciones. Con estas decisiones puede ofrecer un producto con menor precio y lanzar las nuevas generaciones en tiempos más cercanos al de la competencia y al declive de la generación anterior (ver Tabla 6-2).

Tabla 6-2 Parámetros del escenario 2

Parámetro	Escenario 2	
	Multinacional	Nacional
Tiempo de entrada	0	2
Número de generaciones	3	3
Tiempo lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	2; 7; 11
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200 2 < t < 4 = 180 4 < t < 8 = 150 8 < t < 20 = 100	2 < t < 4 = 180 4 < t < 6 = 160 6 < t < 10 = 130 10 < t < 20 = 80
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180 7 < t < 9 = 160 9 < t < 20 = 140	7 < t < 9 = 160 9 < t < 11 = 140 11 < t < 20 = 120
Precios Generación 3	10 < t < 12 = 160 12 < t < 14 = 140 14 < t < 20 = 120	11 < t < 13 = 140 13 < t < 17 = 120 17 < t < 20 = 100
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.3
Capacidad inicial de mercadeo	0.5	0.3
Cap. inicial de direccionamiento	0.5	0.5

Los resultados de este escenario muestran cómo la empresa procura mantener niveles de capacidades de innovación competitivos, asignado mayores porcentajes al momento de lanzar una nueva generación, lo que garantiza la superioridad de atributos entre generaciones y, con ello, efectos positivos en la probabilidad de compra del producto (ver Figura 6-6).

Figura 6-6 Escenario 2 - Nivel de ventas acumuladas



## 6.4 Escenario 3

**Entrada de una empresa multinacional a un mercado en el cual ya se encuentra una empresa nacional con bajos niveles de inversión en capacidades de innovación y bajos niveles iniciales de capacidades**

Este escenario busca reflejar el futuro de una empresa nacional luego de la llegada de una empresa multinacional a competir en su mismo mercado. Según lo definido por Görg & Strobl (2002), uno de los efectos de las empresas multinacionales es ocasionar la desaparición de las empresa nacionales que no sean lo suficientemente competitivas. Este escenario pone en evidencia que dicho comportamiento se debe a la baja inversión en capacidades y a las decisiones que toma la empresa sobre el precio y los tiempos de lanzamiento de sus productos.

De manera general, aquí se representa una empresa nacional que cuenta con una cuota de mercado y no contempla la llegada de un nuevo competidor con capacidades significativamente mayores a las que ella tiene. Para este caso, hay que recordar que la empresa multinacional ya ha realizado sus respectivos estudios e inversiones en capacidades que le permiten llegar al mercado “pisando fuerte”. Ante esta situación, la empresa nacional debe reaccionar y contrarrestar los efectos de su nuevo competidor,

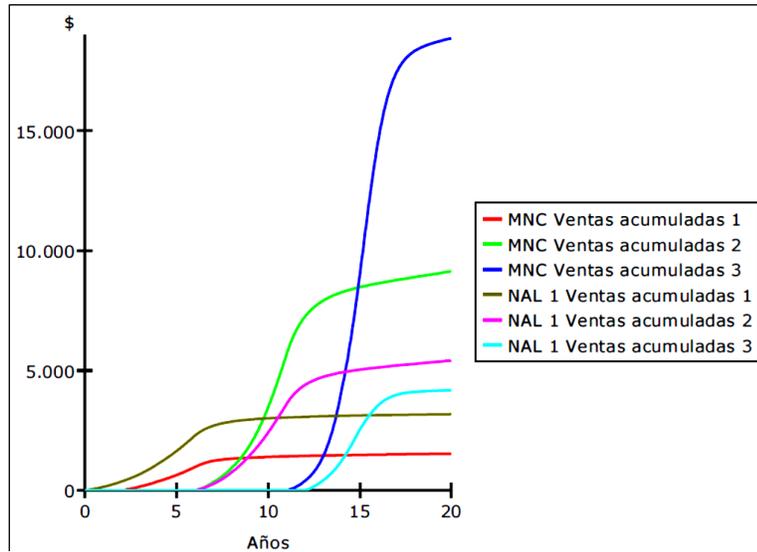
con estrategias adecuadas de precio y lanzamiento de producto. Los parámetros definidos para este escenario se presentan en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3 Parámetros del escenario 3

Parámetro	Escenario 3	
	Multinacional	Nacional
Tiempo de entrada	2	0
Número de generaciones	3	3
Tiempo lanzamiento de las generaciones	2; 6; 11	0; 6; 12
Precios Generación 1	2 < t < 3 = 180 3 < t < 4 = 160 4 < t < 7 = 130 7 < t < 20 = 80	0 < t < 2 = 220 2 < t < 4 = 200 4 < t < 6 = 180 6 < t < 20 = 160
Precios Generación 2	6 < t < 7 = 160 7 < t < 9 = 140 9 < t < 20 = 120	6 < t < 8 = 180 8 < t < 9 = 160 9 < t < 20 = 140
Precios Generación 3	11 < t < 12 = 140 12 < t < 14 = 120 14 < t < 20 = 100	12 < t < 13 = 160 13 < t < 15 = 140 15 < t < 20 = 120
% 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
Cap. inicial de direccionamiento	0.5	0.1

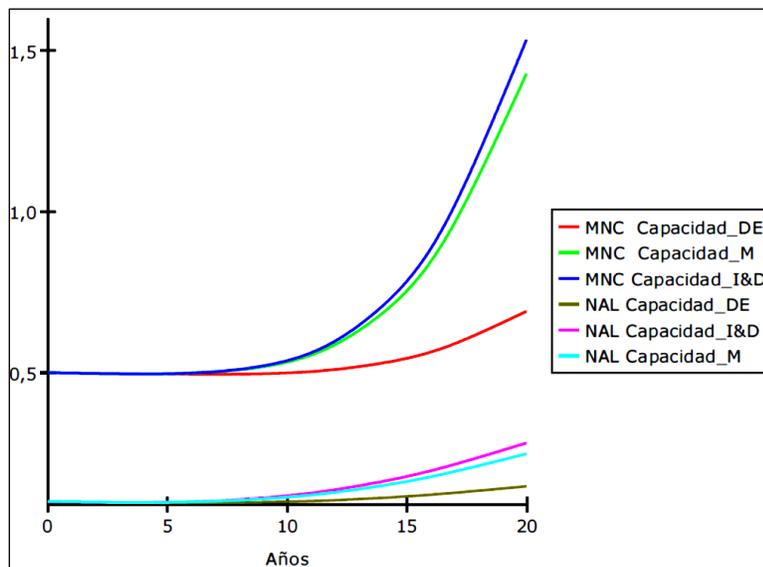
Los resultados de este escenario son similares a los del escenario 1, aunque con un nivel de ventas superior. La empresa multinacional, al lanzar la tercera generación, logra un nivel significativamente superior al nivel de ventas de la empresa nacional, mientras que esta última experimenta un deterioro en las ventas de su producto en la tercera generación (ver Figura 6-7). El escenario indica que mientras se mantengan las mismas condiciones de competencia, la empresa nacional dejará de ser competitiva en este mercado.

Figura 6-7 Escenario 3 - Nivel de ventas acumuladas



En cuanto a la acumulación de capacidades, la empresa nacional no alcanza siquiera, durante todo el horizonte de tiempo, el nivel con el cual inició la empresa multinacional (ver Figura 6-8), lo que pronostica un bajo grado de competitividad de la empresa nacional de manera general.

Figura 6-8 Escenario 3 - Acumulación de capacidades



## 6.5 Escenario 4

**Entrada de una empresa multinacional a un mercado en el cual ya se encuentra una empresa nacional con adecuados niveles de inversión en capacidades de innovación y niveles iniciales de capacidades**

Con base en los resultados del escenario 3, se espera entonces encontrar a través de este escenario una estrategia que le permita a una empresa nacional ya fijada en un mercado poder conservar una cuota que le permita mantenerse en el mercado ante la presencia de una multinacional, para ello se definen los parámetros en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4 Parámetros del escenario 4

Parámetro	Escenario 4	
	Multinacional	Nacional
Tiempo de entrada	2	0
Número de generaciones	3	3
Tiempo lanzamiento de las generaciones	2; 7; 11	0; 6; 11
Precios Generación 1	2 < t < 3 = 180 3 < t < 4 = 160 4 < t < 7 = 130 7 < t < 20 = 80	0 < t < 2 = 220 2 < t < 4 = 200 4 < t < 6 = 180 6 < t < 20 = 160
Precios Generación 2	7 < t < 8 = 160 8 < t < 10 = 140 10 < t < 20 = 120	6 < t < 8 = 180 8 < t < 9 = 160 9 < t < 20 = 140
Precios Generación 3	11 < t < 12 = 140 12 < t < 14 = 120 14 < t < 20 = 100	11 < t < 12 = 160 12 < t < 14 = 140 14 < t < 20 = 120
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.3
Capacidad inicial de mercadeo	0.5	0.3
Cap. inicial de direccionamiento	0.5	0.5

Los resultados de este escenario son alentadores para las empresas nacionales que pretendan seguir siendo competitivas ante la llegada de una empresa multinacional. Aunque esta última logra superar el nivel de ventas, se evidencia un crecimiento en el nivel de ventas de la empresa nacional en todas sus generaciones de producto (ver Figura 6-9). Esto es el resultado de las estrategias definidas en inversión en capacidades, puesto que todavía la empresa nacional mantiene precios más altos que su competencia. Como se observa, la dinámica de acumulación de capacidades es más

satisfactoria que en los escenarios anteriores, debido a que solo en este escenario, se da un cruce de capacidades en el año 17, aunque se traten de capacidades diferentes, se evidencia que una empresa nacional puede igualar el nivel de capacidades de una empresa multinacional, pero esto requiere tiempo y una estrategia de inversión agresiva (ver Figura 6-9).

Figura 6-9 Escenario 4 - Nivel de ventas acumuladas

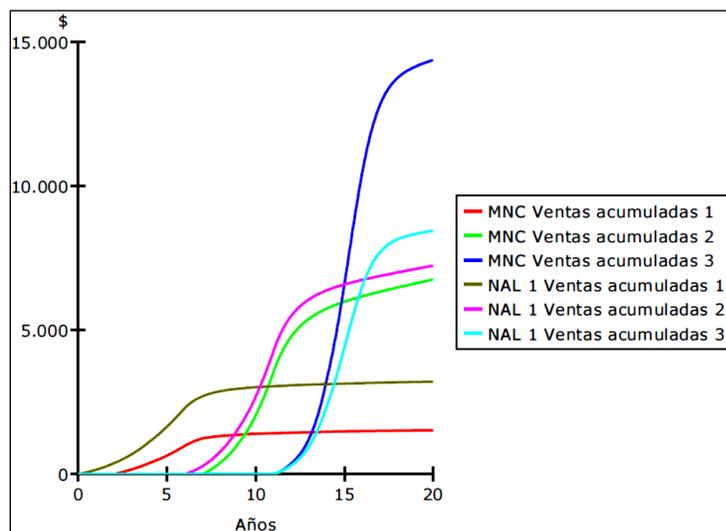
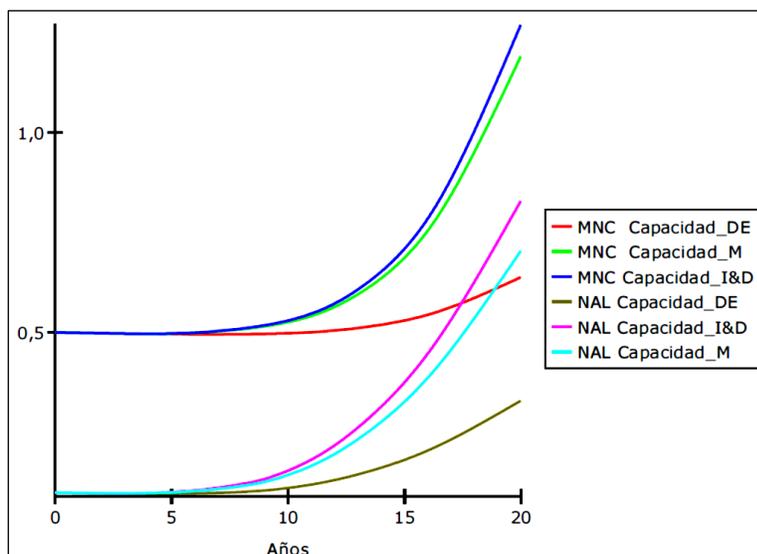


Figura 6-10 Escenario 4 - Acumulación de capacidades



## 6.6 Escenario 5

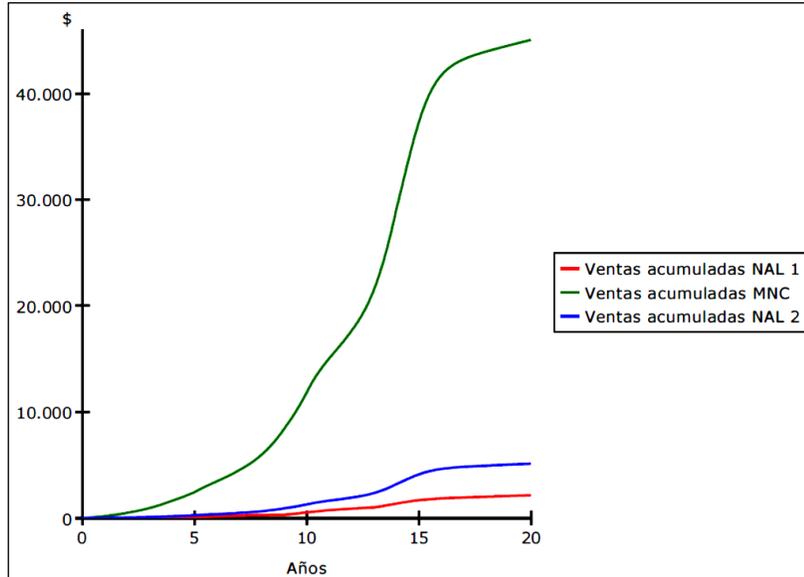
### **Empresa nacional colaboradora con bajos niveles iniciales y de inversión en capacidades de innovación tecnológica**

Las empresas que siguen este tipo de estrategia son fuertemente dependientes de la iniciativa de la empresa multinacional, puesto que ésta es más grande y desarrollada tecnológicamente (Robledo, 2010).

En este sentido, el escenario 5 está definido como la empresa nacional colaboradora de la empresa multinacional que tiene bajos niveles de inversión en capacidades de innovación tecnológica, y no obtiene ningún otro provecho de su relación con la empresa multinacional, es decir, no establece alianza estratégica, ni contrata personal que haya trabajado en una empresa multinacional. El comportamiento de esta acumulación también se ve afectado por la calidad de la empresa nacional que compite con la empresa multinacional, pues representa una disminución o aumento en la cuota de mercado de la empresa multinacional, que al final termina incidiendo en las ventas de la empresa nacional colaboradora. Para este caso, se evalúan las estrategias de la empresa nacional colaboradora de una empresa multinacional que compite con empresas nacionales con baja inversión en capacidades, tal como se mostró en el escenario 1.

Con una proporción del 10% de las ventas de la empresa nacional colaboradora con respecto a la empresa multinacional, se obtiene un nivel de ventas superior que la empresa que compite (ver Figura 6-11); por lo tanto, es más tentador para una empresa colaboradora continuar con su estrategia de dependencia. Sin embargo, la condición para que esto sea posible es que las empresas que compiten con la multinacional no sean muy competitivas.

Figura 6-11 Escenario 5 - Ventas acumuladas



NAL 1= Empresa nacional competidora; NAL 2 = Empresa nacional colaboradora; MNC = Multinacional

## 6.7 Escenario 6

### Empresa nacional colaboradora con adecuados niveles iniciales y de inversión en capacidades de innovación tecnológica

Este escenario muestra otra condición para la empresa nacional que colabora con una empresa multinacional, cuyos competidores son empresas nacionales con adecuados niveles de capacidad (tal como se mostró en el escenario 2); lo que hace que los niveles de ventas de la empresa multinacional no sean lo suficientemente altos para que la empresa nacional colaboradora defina las estrategias del escenario 5.

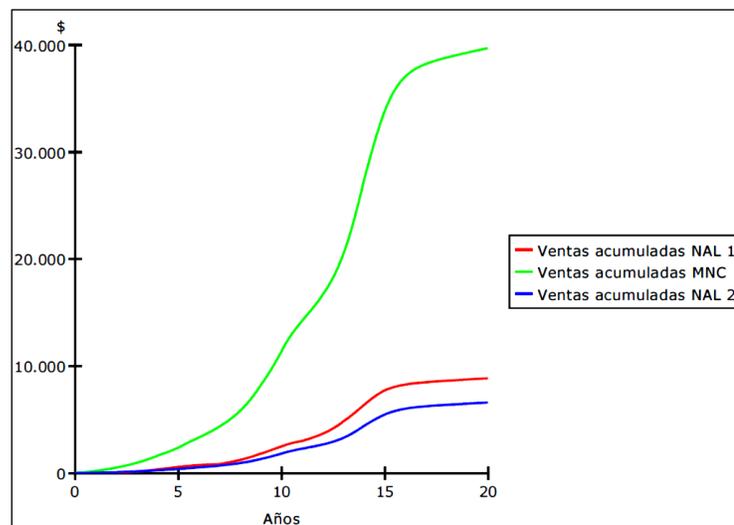
En este sentido, la empresa nacional colaboradora debe recurrir a estrategias más agresivas para acumular capacidades y mejorar su servicio. Entre estas estrategias están: una mayor inversión en capacidades de innovación, establecimiento de alianzas y la contratación de personas que hayan laborado en empresas multinacionales.

Para poder observar las diferencias entre la implementación de estas estrategias, el escenario 6, se divide en a y b, donde el escenario 6a muestra los resultados para aquella empresa que no implementa estrategias agresivas de acumulación de

capacidades y el escenario 6b la empresa implementa diferentes estrategias. Para el análisis de cada escenario se procede a comparar los resultados de la empresa nacional colaboradora con la empresa nacional cuya estrategia es competir con la multinacional.

En el escenario 6a la empresa colaboradora con relación a la empresa que compete se muestra en la Figura 6-12, en la cual la empresa competidora alcanza mejores niveles de ventas.

Figura 6-12 Escenario 6a - Nivel de ventas acumuladas



NAL 1= Empresa nacional competidora; NAL 2 = Empresa nacional colaboradora; MNC = Multinacional

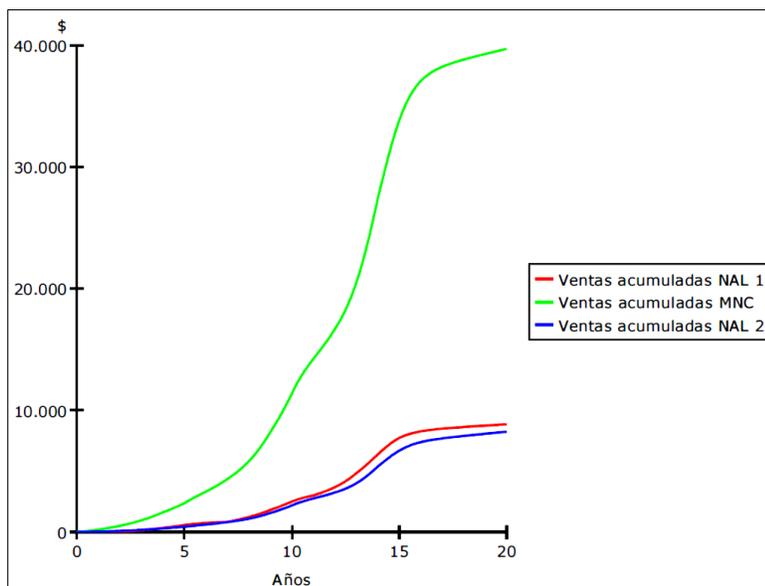
Para aumentar el nivel de ventas, la empresa colaboradora debe aumentar su acumulación de capacidades, lo cual puede lograr a través de:

- Definición de una inversión en cada una de las capacidades del 10%.
- Establecimiento de una alianza a través de un contrato.
- Contratar a ex empleados de empresas multinacionales.

Con estas estrategias se logran los resultados ilustrados en la Figura 6-13, donde la empresa colaboradora casi iguala los ingresos por ventas de la empresa competidora, aunque lo más importante de este escenario (6a y 6b) hace referencia a la dinámica de acumulación de capacidades, puesto que en el caso 6b la empresa logra una

acumulación más rápida y puede alcanzar los niveles de la empresa competidora, lo cual le abre la opción de ingresar o no a nuevos mercados.

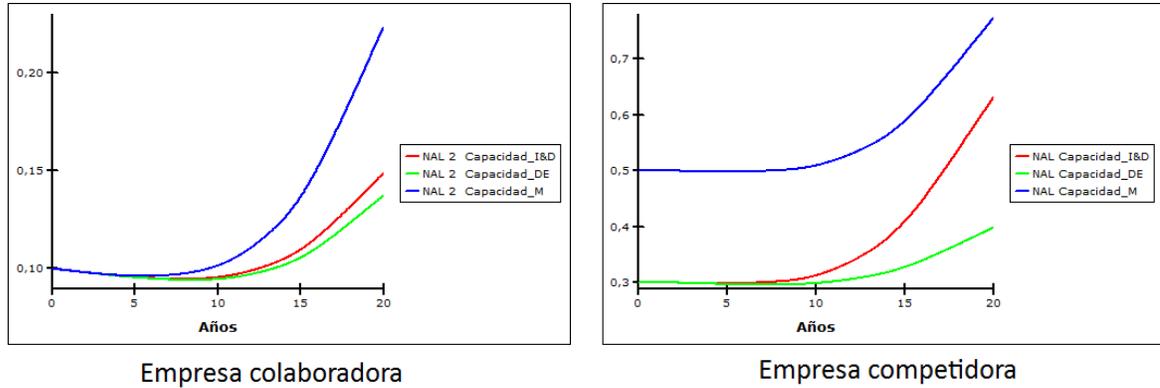
Figura 6-13 Escenario 6b - Ventas acumuladas



NAL 1= Empresa nacional competidora; NAL 2 = Empresa nacional colaboradora; MNC = Multinacional

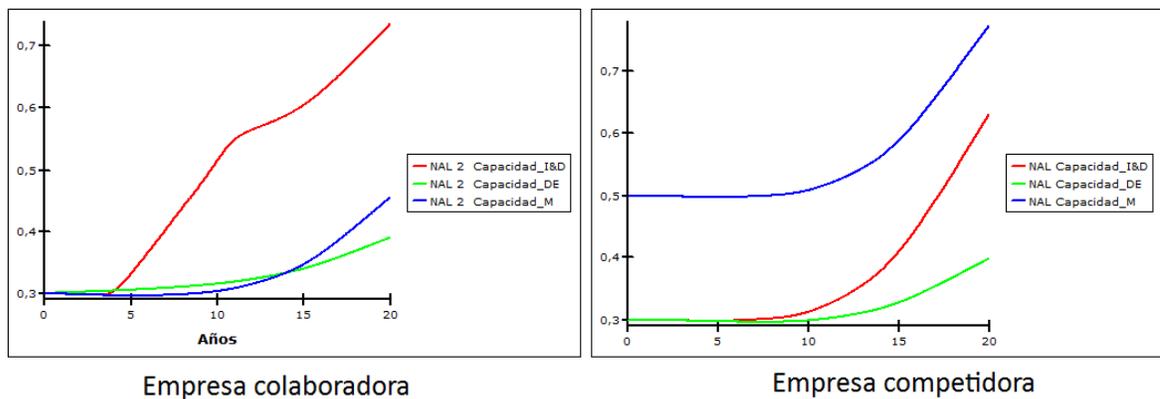
En la Figura 6-14 se muestra la dinámica de acumulación de capacidades de la empresa colaboradora comparada con la dinámica de acumulación de capacidades de la empresa competidora. Para la primera, la acumulación de capacidades es significativamente inferior que la de la empresa competidora, para lo cual, se explica a manera de ejemplo la dinámica de la capacidad de I+D, la cual, para la empresa colaboradora pasa de un valor de 0.10 a 0.15, mientras que para la empresa competidora esta capacidad pasa de un valor de 0.3 a 0.6, evidenciando una mejor acumulación de capacidades.

Figura 6-14 Escenario 6a -Diferencia en la acumulación de capacidades para la empresa colaboradora y para la empresa competidora



Por otro lado, en la Figura 6-15, se muestran los resultados en acumulación de capacidades cuando la empresa colaboradora decide implementar estrategias de crecimiento (inversión en capacidades, establecimiento de alianzas y contratación de ex empleados de multinacionales). Se evidencia un comportamiento diferente en la acumulación de la capacidad de I+D, la cual se debe a la presencia de una alianza estratégica. En este caso, el valor de la capacidad pasa de 0.3 a 0.7.

Figura 6-15 Escenario 6b - Diferencia en la acumulación de capacidades para la empresa colaboradora y para la empresa competidora





# **7. Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro**

## **7.1 Conclusiones**

Del desarrollo de este trabajo se obtiene un conjunto de conclusiones que tratan de contribuir al entendimiento sistémico de los efectos que genera la presencia de multinacionales en una economía receptora, principalmente desde la relación que establecen con las empresas locales y la dinámica de acumulación de capacidades de innovación, característica esencial de la competitividad de las empresas de software.

Para ello, el trabajo desarrolla una propuesta de modelo de simulación que se construye con base en la identificación de aquellas variables y parámetros que representan los factores más significativos que gobiernan la dinámica de competencia, colaboración y acumulación de capacidades que se da entre empresas nacionales y multinacionales. A partir de este modelo teórico, se mejoran y adaptan los modelos de simulación más pertinentes identificados en la literatura, para dar lugar a un modelo mejorado de Dinámica de Sistemas que permite analizar el crecimiento de las ventas de las empresas en escenarios tanto de competencia como de colaboración, teniendo en cuenta los niveles e inversión en capacidades de innovación (I+D, Direccionamiento Estratégico y Mercadeo), las estrategias de precio y los tiempos de entrada al mercado y de lanzamiento de nuevas generaciones de producto, además de las variables que usualmente se encuentran en modelos similares (adoptadores potenciales, crecimiento de los adoptadores potenciales, demanda innovativa, demanda imitativa y efectos de red, entre otras).

Este modelo de simulación fue validado aplicando las pruebas típicas (de condiciones extremas, consistencia dimensional y comportamiento), con resultados satisfactorios,

para luego dar paso al diseño, corrida y análisis de un conjunto de escenarios que posibilitan llegar a conclusiones útiles sobre política industrial y gestión empresarial.

La principal discusión existente en la literatura sobre las multinacionales, es si su presencia tiene un efecto positivo o negativo en el crecimiento de la economía. Con base en los resultados de este trabajo, se puede afirmar que dicho efecto depende directamente de las características que tengan las empresas nacionales, es decir, si estas están o no preparadas para competir o colaborar con empresas multinacionales.

Para el caso de la competencia, la presencia de las multinacionales significa una gran barrera de entrada a nuevas empresas que deseen obtener una cuota de mercado. Sin embargo, a través de este trabajo, se han identificado varias estrategias que pueden implementar los empresarios que busquen sostenerse en el tiempo siendo competidores de empresas multinacionales. Estas, por su experiencia en el mercado y por contar con mayores niveles de capacidades de innovación tecnológica, tienden a conservar el liderazgo con niveles de ventas significativamente superiores.

El estudio muestra que si una empresa no cuenta con suficientes capacidades de innovación ni define adecuadamente sus estrategias de lanzamiento de generaciones y penetración del mercado, no conseguirá aumentar sus niveles de venta, lo que repercutirá en bajos niveles de inversión en capacidades de innovación y, eventualmente, la llevará a salir del mercado. Sin embargo, este fracaso puede ser evitado con ciertas decisiones estratégicas: 1) entrar al mercado con un nivel de capacidades adecuado. Esto se logra con inversiones previas en I+D y talento humano y con adecuadas estrategias de precio, de tal manera que se cuente con un producto innovador que impacte en los adoptadores potenciales; y 2) definir estrategias agresivas de inversión para alcanzar mayores niveles de capacidades de innovación cuando se encuentra en el mercado. Si la empresa permanece con las mismas políticas de inversión, puede no lograr el efecto suficiente para poder hacerle competencia a una empresa multinacional.

Para el caso de la colaboración, la presencia a largo plazo de una empresa multinacional significa, para la empresa nacional, un cliente de alto nivel de ventas, que puede garantizar ingresos duraderos, de los cuales puede destinar un porcentaje para invertir

en sus capacidades de innovación y así conservar la proporción de sus ventas con relación a las de la multinacional. Sin embargo, este nivel de ventas no se iguala al que puede alcanzar una empresa competidora con estrategias agresivas de inversión. En este caso, la empresa colaboradora, además de poder desplegar las estrategias identificadas para la empresa competidora, debe generar una dinámica de acumulación de capacidades de innovación con una mayor aceleración, lo que puede lograr con dos estrategias adicionales: establecimiento de alianzas estratégicas y contratación de ex empleados de las multinacionales. Todo esto con el fin de que dicha empresa pueda contar con las condiciones necesarias (buen nivel de capacidades de innovación) para generar la posibilidad de ingresar al negocio con productos estandarizados.

Adicional a lo anterior, de la aplicación del modelo también se puede deducir que para una empresa cuya estrategia es la colaboración con una empresa multinacional, le es más conveniente que las empresas que comparten mercado con su cliente no tengan altos niveles de competitividad, para que el éxito de la multinacional jalone el éxito de la empresa nacional. Por lo tanto, y siendo coherente con el inicio de estas conclusiones, una empresa multinacional puede generar ya sea la salida del mercado de empresas nacionales poco competitivas, el fortalecimiento de empresas medianamente competitivas y el fortalecimiento o la salida de las empresas colaboradoras.

Para el caso de la industria colombiana de software, donde la mayoría de las empresas desarrollan software a la medida (Rodríguez, 2005), ante la llegada de empresas multinacionales pueden optar inicialmente por ser colaboradora y, posteriormente, explorar nuevos mercados, sobre la base de las capacidades de innovación acumuladas.

## 7.2 Recomendaciones

A partir de los resultados de este estudio y las conclusiones obtenidas, se lista una serie de recomendaciones que buscan apoyar la definición de políticas sectoriales y estrategias empresariales para la industria colombiana del software.

- Si se desea llegar a un mercado dominado por una empresa multinacional se debe, en primer lugar, evaluar los niveles de las diferentes capacidades de

innovación con los que cuenta la empresa y formular e implementar estrategias adecuadas de innovación. De tal manera que se ingrese al mercado con nivel aceptable de capacidades que posibilite ganar una cuota del mismo.

Aunque no existe una metodología única para la medición de capacidades, los avances hechos en el tema ya permiten a las empresas elegir y aplicar diferentes métodos de medición (aunque en su mayoría cualitativos). En este sentido, para el caso colombiano, se encuentra en desarrollo un instrumento de medición cuantitativo que facilitará esta evaluación, producto de investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia (Aguirre R. J., 2010).

En segundo lugar, las empresas nacionales no pueden en ningún momento, bajar ni mantener constante los niveles de inversión en capacidades, puesto que al tratarse de empresas de software, la innovación es altamente requerida para conserva la competitividad. Por lo tanto, las empresas deben definir estrategias agresivas de inversión durante su permanencia en el mercado, de tal modo que su acumulación de capacidades tenga una aceleración mayor que la de sus competidores.

En cuanto a la estrategia de precios, las empresas deben estudiar constantemente el comportamiento de sus adoptadores, de tal manera que puedan definir la forma en que variarán sus precios (tiempo y valor). Y esto lo pueden hacer acudiendo a lo definido por Hewing (2010) y Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy (2011), de la siguiente manera:

- Si el nivel de ventas no alcanza el punto de equilibrio (no cuenta con el número adecuado de adoptadores para recuperar las inversiones) los cambios de precio deben ser en disminución e intervalos cortos.
- Si el nivel de ventas alcanza el punto de equilibrio, se puede pensar en un aumento temporal del precio, con el fin de obtener más utilidad por producto vendido; sin embargo, se deben bajar los precios cuando aparezca una nueva generación.

- En el caso colombiano, la estrategia de colaboración es la mejor, puesto que obtendrán mayores beneficios que siendo competencia de la empresa multinacional. En este sentido, la empresa nacional colaboradora cuenta con una fuente de aprendizaje, con la cual se recomienda mantener una posición de alta colaboración, pero sin descuidar el fortalecimiento de sus capacidades internas, puesto que una multinacional como cliente puede dejar de recurrir a sus servicios y la empresa debe estar preparada para este posible escenario.

Si con el tiempo las empresas nacionales competidoras aumentan su nivel de competitividad, las empresas que colaboran con las empresas multinacionales deben definir otras estrategias para el aumento de sus capacidades, aprovechando la relación que tienen con la multinacional. La forma más explícita es el establecimiento de alianzas, donde el nivel de beneficios será de acuerdo al tipo de alianza establecida. Se recomienda que se tengan en cuenta los siguientes criterios para la definición de la alianza:

- La alianza debe posibilitar el fortalecimiento de las capacidades de innovación, principalmente las de I+D y mercadeo, como complemento a los esfuerzos propios de la empresa nacional para aumentar sus capacidades, privilegiando aquellas que sean más críticas para mejorar su posición competitiva. Sí las empresas nacionales identifican que tienen capacidades con bajos niveles y que no pueden mejorar con recursos propios, se les recomienda establecer vínculos en los cuales se dé un máximo intercambio de capacidad con la empresa multinacional.
- Lo importante de la colaboración con empresas multinacionales, es que las empresas nacionales puedan acumular capacidades de innovación, ante todo para poder contemplar las siguientes estrategias a largo plazo:
  - Poder lanzarse a competir con la empresa multinacional u otras empresas, siempre y cuando cuente con los niveles de capacidades adecuados.

- Poder incursionar en nuevos mercados, donde las barreras de entrada sean menores a las establecidas por las multinacionales y con ello diversificar sus productos.

### 7.3 Trabajo futuro

La complejidad de la industria del software, al igual que la de la dinámica de acumulación de capacidades, fueron las razones principales para la definición de las limitaciones de este trabajo, tanto así, que se espera un avance significativo en cuanto a la medición de capacidades de innovación para poder realizar un ajuste al modelo propuesto. En este sentido, el trabajo futuro debe plantearse en las siguientes direcciones:

- La continuación de la validación del modelo, la cual demanda trabajos de campo que permitan acercarse un poco más a la información de la industria colombiana, que se caracteriza por ser muy incipiente.
- La calibración del modelo, sobre todo en aquellas relaciones entre variables que involucran parámetros sobre los que no se tiene información empírica.
- El mejoramiento del modelo, identificando los aspectos destacables de mejora.  
Por ejemplo:
  - Seguir trabajando en el tema de capacidades de innovación para pasar de la cuantificación relativa de las mismas a una cuantificación absoluta. En este sentido, existen grupos de investigación que ya adelantan trabajos en este campo. Una vez se cuente con estos conocimientos se pueden hacer los ajustes necesarios al modelo aquí propuesto.
  - Adicional a los efectos del precio contemplados en el trabajo, éste genera otro tipo de efecto directamente sobre el mercado potencial, que puede ser modelado endógenamente. Al igual que también se pueden simular los diferentes comportamientos que puede tener el mercado potencial (constante, crecimiento lineal, entre otros).

- Hubo dos variables que se plantearon de manera constante, debido a las limitaciones de la información disponible y por simplicidad del modelo: la contratación de ex empleados y el establecimiento de alianzas. Sin embargo, cada una hace parte de una dinámica particular que puede ser analizada de manera independiente y, así, contribuir al entendimiento específico de cada una de ellas: la contratación de ex empleados hace parte de la dinámica de movilidad laboral, que implica contratación, despidos, jubilaciones e intercambio desde y hacia cada uno de los tipos de empresas. Y el establecimiento de alianzas, por su parte, puede contemplarse no solo entre empresas MNC y colaboradora nacional, pues pueden existir otros tipos de alianzas que llevarían a ampliar el alcance de este modelo.
  - El modelo sólo contempla la relación entre empresas; sin embargo, puede ser ampliado para incluir otros agentes importantes, como el estado, las universidades y los centros de desarrollo.
  - Evaluar la posibilidad de incluir en el modelo aspectos como la piratería y la existencia del software de código abierto.
- 
- Aunque los parámetros y valores iniciales están definidos para empresas nacionales competidoras o colaboradoras y multinacionales, el modelo puede ser utilizado como herramienta para analizar y evaluar estrategias para diferentes empresas (Pymes, medianas, grandes) ante el escenario de competencia.
  - La aplicación del modelo a la simulación de casos específicos para efectos de orientación en la definición de políticas y estrategias.
  - Realización de análisis de sensibilidad a la variación de parámetros de interés.



## A. Anexo: Definición de parámetros

En este anexo se listan los parámetros empleados en el modelo, especificando su significado, la fuente de información y el avance en la literatura que se tiene de ello.

No	Parámetro	Tipo de valor	Valor	Fuente	Significado
1	Alfa	Absoluto	0.0163 (1/año)	(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 significativamente inferior al efecto sobre los imitadores (valor de Beta) (Bass, 1969)
2	Beta	Absoluto	0.216 (1/año)	(Liu, Cheng, Tang, & Eryarsoy, 2011)	
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 constantes 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 230 \$/unidad  (Excel de Microsoft) fue vendido por \$230 en 1987  Estos son precios constantes del primer año en dólares de Estados Unidos	(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

No	Parámetro	Tipo de valor	Valor	Fuente	Significado
9	Ingreso máximo	Absoluto	\$20.000 Dólares de Estados Unidos	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.
10	Aprendizaje	Absoluto	1 año	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 =34% Cap. de Direccionamiento Estratégico= 34% Cap. de Mercadeo= 31%	Propuesta de la autora basada en Aguirre (2010)	Corresponde al aporte de cada capacidad en la capacidad de innovación.  Aguirre (2010) a través de una evaluación con expertos identifica pesos individuales de cada capacidad (100 para I+D; 100 para Direccionamiento Estratégico; y 90 para Mercadeo). Estos pesos fueron convertidos en sus valores porcentuales correspondientes

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
14	Contratación ex empleados multinacionales	Absoluto	0.01 Persona/año	(Orejuela, 2009)	Tasa de contratación de ex empleados de empresas multinacionales. Esta tasa es obtenida dividiendo la relación de movimientos (2/39) entre el tiempo máximo por empleo que es de 5 años.
15	Relación persona/capacidad	Absoluto	0.2	Propuesta de la autora basada en Aguirre (2010)	Nivel de aporte a la capacidad de Direccionamiento Estratégico que se genera por la contratación de un ex empleado de una multinacional.
16	Tipo de alianza	Relativo	Contrato o licencia = 0.5 Joint Venture = 1	Propuesta de la autora basada en O'Dwyer & O'Flynn (2005)	Nivel de aporte a la capacidad correspondiente al establecimiento de una alianza estratégica, dependiendo del tipo de vínculo establecido. El valor 1 representa una máxima intención de absorción de conocimientos, y el valor de 0.5 significa una intención media

No	Parámetro	Tipo de valor	Valor	Fuente	Significado
17	Proporción inicial Ventas NAL / MNC	Relativo	10%	Propuesta de la autora basada	Valor inicial de ventas con el cual comienza una empresa colaboradora. Este valor puede variar según las estrategias de inversión en capacidades.



## Referencias bibliográficas

Abarca, O. (2010). Alianzas estratégicas: ¿adquisición o acceso al conocimiento? *Ciencias Económicas* , 28 (2), 263-287 .

Aguirre, J., Robledo, J., & Pérez, A. (2009). Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación en fábricas de software utilizando lógica difusa. . *XIII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*.

Aguirre, R. J. (2010). Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: Caso fábricas de software . *Tesis de Maestría* .

Aitken, B., & Harrison, A. (1999). Do Domestic Firms Benefit from Direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela. *The American Economic Review* JUNE 1999 , 3 (89), 605 -618.

Alvarez, R., & Görg, H. (2009). Multinationals and plant exit: Evidence from Chile. *International Review of Economics and Finance* , 18, 45–51.

Ansoff, H., & Stewart, J. (1967). Strategies for technology based business. *Harvard Business Review* , 45 (6), 71–83.

Arora, A., & Gambardella, A. (2005). *From Underdogs to Tigers: The Rise and Growth of the Software Industry in Brazil, China, India, Ireland, and Israel*. New York: Oxford University Press.

Arora, A., Gambardella, A., & Torrisi, S. (2001). Human capital, international linkages and growth: the software industry in India and Ireland. *In Reunión de la American Economic Association* . Nueva Orleans.

Awad, G. (2004). Diseño de un modelo de incubación de negocios utilizando herramientas de dinámica de sistemas. *Tesis de Maestría – Universidad Nacional* .

Bain, M., Gallego, M., Martínez, M., & Rius, J. (2004). *Aspectos legales y de explotación del software libre. Parte I*. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya.

Barlas, Y. (1996). Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics. *System Dynamics Review* , 12 (3), 183-210.

Bass, F. (1969). A new product growth model for consumer durables. *Management Science* , 15, 215–227.

Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. In *HAQUE (ed), Trade, Technology and International Competitiveness*. , 69-101.

Bitzer, J. (1997). The Computer Software Industry in East and West: Do Eastern European Countries Need a Specific Science and Technology Policy? *Social Science Research Network* , Paper 149 .

Capaldo, G., Landoli, L., & Raffa, M. &. (2003). The Evaluation of Innovation Capabilities in Small Software Firms: A Methodological Approach. *Small Business Economics* , 21, 343-354.

Caves, R. (1998). Industrial organization and new findings on the turnover and mobility of firms. *Journal of Economic Literature* (36), 1947–1982.

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.

Costa, I., & Robles, S. (2002). Foreign direct investment and technological capabilities in Brazilian industry. *Research Policy* , 31, 1431–1443.

Culebro, M., Gómez, W., & Torres, S. (2006). *Software libre vs software propietario. Ventajas y desventajas*. Recuperado el 12 Febrero de 2012, de <http://www.rebelion.org/docs/32693.pdf>

D'Costa, A. P. (2002). Export Growth and Path-Dependence, The Locking-in of Innovations in the Software Industry.

Daveri, F., Manasse, P., & Serra, D. (Noviembre de 2002). The Twin Effects of Globalization. *Centro Studi Luca D'Agliano Development Studies Working Papers*, N. 171 .

Davis, J., Eisenhardt, K., & Bingham, B. C. (2007). Developing theory through simulation methods. *Academy of Management Review* , 32 (2), 480–499.

Economides. (1996). The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization* , 14 (2), 675–699.

FEDESOFTE. (2011). *Informe de cifras del sector del software y servicios relacionados 2005-2010* .

Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation* (Third Edition ed.). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Gallego, M., Luna, P., & Bueno, S. (2008). Propuesta de un escenario para la difusión del software de código abierto en el año 2010. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa* , 14 (3), 197 -210.

Giarratana, M., Pagano, A., & Torrissi, A. (2004). The role of multinational firms in the evolution of the software industry in India, Ireland and Israel. *DRUID Summer Conference*. Elsinore.

González, D., & Rodenes, M. (2007). Factores críticos de éxito de la industria del software y su relación con la orientación estratégica de negocio: un estudio empírico exploratorio. *Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. Journal of Information Systems and Technology Management* , 4 (1), 47-70.

Görg, H., & Strobl, E. (2002). Multinational companies and indigenous development: An empirical analysis. *European Economic Review* (46), 1305–1322.

Grant, R. (1991). The resource-based theory of competitive advantage: Implications for strategy formulation. . *California Management Review, Spring* , 114-135.

Grobler, A. (2010). An exploratory system dynamics model of strategic capabilities in manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management* , 21 (6), 651-669.

Guan, J. C., Yam, R. C., Mok, C. K., & Ma, N. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research* , 170, 971–986.

Guan, J., & Ma, N. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation* , 23, 737–747.

Heijs, J. (Diciembre de 2004). El papel de las empresas extranjeras en desarrollo tecnológico en España. Documento de trabajo, n° 47.

Hernández, I., & Castañeda, J. (2010). Caracterización de la industria Antioqueña del software. En J. (. Robledo, *Gestión de las capacidades de innovación tecnológica para la competitividad de las empresas antioqueñas de software* (págs. 23-72).

Hewing, M. (2010). A Theoretical and Empirical Comparison of Innovation Diffusion Models Applying Data from the Software Industry. *IEEE* .

Hymer, S. (1976). The international operations of national firms: a study of direct foreign investment. . *MIT Press, Cambridge, Mass* .

ICEX. (2005). El sector del software en Colombia. Notas sectoriales, Oficina económica y comercial de la Embajada Española en Bogotá.

Kim, L. (2000). *La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización*.

Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development* , 20 (2), 165-186.

Latorre, M. C. (2008). Multinationals and foreign direct investment: main theoretical strands and empirical effects. *Working Paper 22/08*. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales,.

- Latorre, M. C., Bajo-Rubio, O., & Gómez-Plana, A. (2009). The effects of multinationals on host economies: A CGE approach. *Economic Modelling* , 26, 851–864.
- Lee, T., & Tunzelmann, N. (2005). A dynamic analytic approach to national innovation systems: The IC industry in Taiwan. *Research Policy* , 34, 425–440.
- Lieberman, M., & Montgomery, D. (1998). First-mover (dis)advantages: retrospective and link with the resource-based. *Strategic Management Journal* , 1111.
- Liu, Y., Cheng, H. K., Tang, Q. C., & Eryarsoy, E. (2011). Optimal software pricing in the presence of piracy and word-of-mouth effect. *Decision Support Systems* , 51, 99–107.
- Mahajan, V., & Muller, E. (1996). Timing, Diffusion, and Substitution of Successive Generations of Technological Innovations: The IBM Mainframe Case. *Technological Forecasting and Social Change* , 51, 109-132.
- Maier, F. (1998). New product diffusion models in innovation management a system dynamics perspective. *System Dynamics Review* , 14, 285- 308.
- Marin, A., & Bell, M. (2010). The local/global integration of MNC subsidiaries and their technological behaviour: Argentina in the late 1990s. *Research Policy* , 39, 919–931.
- Milling, P., & Maier, F. (1996). *Invention, Innovation and Imitation*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Mincomunicaciones, C. (2008). Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Bogotá.
- Narula, R., & Guimón, J. (2009). The contribution of multinational enterprises to the upgrading of national innovation systems in the EU new member states: policy implications. *OECD Global Forum on International Investment. Versión 8* .
- O'Dwyer, M., & O'Flynn, E. (2005). MNC–SME strategic alliances — A model framing knowledge value as the primary predictor of governance modal choice. *Journal of International Management* , 11, 397– 416.

OCDE, EUROSTAT. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Recuperado el 10 de Febrero de 2010, de [http://www.euskadinnova.net/opencms/export/sites/default/web\\_euskadi\\_innova/es/euskadi\\_innova/Documentacion/Manual\\_de\\_Oslo\\_es.pdf](http://www.euskadinnova.net/opencms/export/sites/default/web_euskadi_innova/es/euskadi_innova/Documentacion/Manual_de_Oslo_es.pdf).

Oetzel, J., & Doh, J. (2009). MNEs and development: a review and reconceptualization. *Journal of World Business* , 44, 108–120.

Orejuela, J. J. (2009). *Incertidumbre laboral, Mercado y trayectorias laborales de profesionales de empresas multinacionales*. Cali: Universidad de San Buenaventura.

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* . Medellín.

Patibandla, M., & Petersen, B. (2002). Role of Transnational Corporations in the Evolution of a High-Tech Industry: The Case of India's Software Industry. *World Development* , 30 (9), 1561–1577.

Pérez, A. L. (2011). Crecimiento de firmas de ingreso tardío a mercados de software estandarizado: un enfoque desde la modelación de la difusión competitiva multigeneracional, con efectos de red. *Tesis de doctorado -Universidad Nacional* .

Pérez, A., Robledo, J., Giarratana, M., & Zollo, G. (2009). Late entrant success in the software industry. *In 4th European Conference on Management of technology (EuroMOT 2009)*. Glasgow.

Porter, M. (2003). *Ser competitivo: Nuevas aportaciones y conclusiones*. Harvard Business School.

Renard, L., & Saint-Amant, G. (2003). Capacité, capacité organisationnelle et capacité dynamique: une proposition de définitions. *Les Cahiers du Management Technologique* , 13 (1), 1-26.

Renart, L. G. (2008). Cinco ópticas para analizar Alianzas Estratégicas. *Occasional Paper OP -157* . IESE business School, Universidad de Navarra.

Robledo, J. (2010). *Introducción a la Gestión Tecnológica*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Robledo, J., & Pérez, J. (2011). Modelo conceptual y aplicativo informático para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en PYMES del sector eléctrico colombiano. *Ponencia presentada a consideración del Comité Científico del XIV Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. Lima (Perú).

Robledo, J., Gómez, F., & Restrepo, J. F. (2008). Relación entre capacidades de innovación tecnológica y desempeño empresarial en Colombia. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación, Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá agosto 14 y 15.

Robledo, J., Gómez, F., & Restrepo, J. (2009). Relación entre capacidades de innovación tecnológica y el desempeño empresarial y sectorial. En J. Robledo, F. Malaver, & M. Vargas, *Encuestas, datos y descubrimiento de conocimiento sobre la innovación en Colombia*. Bogotá: Javafgaf.

Robledo, J., López, C., Zapata, W., & Pérez, J. (2010). Desarrollo de una Metodología de Evaluación de Capacidades de Innovación. *Perfil de Coyuntura Económica*, 15, 133-148.

Rodríguez, K. (2005). Colombia: Desafíos de una Industria en Formación. En P. Bastos, & F. Silveira, *Desafíos y Oportunidades de la Industria del Software en América Latina*.

Rousseva, R. (2008). Identifying technological capabilities with different degrees of coherence: The challenge to achieve high technological sophistication in latecomer software companies (based on the Bulgarian case). *Technological Forecasting & Social Change*, 75, 1007-1031.

Sampedro, J., & Vera Cruz, A. (2003). *Learning and accumulation of technological capabilities in exportation maquiladora industry: case Thompson-Multimedia from Mexico. Espacios*. Recuperado el 25 de Abril de 2009, de Revista Espacios: <http://www.revistaespacios.com/a03v24n02/03240216.html>.

Spekman, R. E., Forbes, T. M., Isabella, L. A., & Macavoy, T. C. (1998). Alliance Management: A view from the past and a look to the future. *Journal of Management Studies* , 35 (6), 0022-2380.

Steinbockova, M. (2007). *Multinational Corporations and Nation-States: Partners, Adversaries or Autonomous Actors*. Tesis Doctoral Department of International Relations and European Studies. Masaryk University In Brno.

Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw- Hill/Irwin.

Tamai, T., & Torimitsu, Y. (1992). Software Lifetime and its Evolution Process over Generations.

Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2001). *Managing Innovation*. Wiley.

Wang, C., Lu, I., & Chen, C. (2009). Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty. *Technovation* , 28, 349-363.

Wang, Z., Zhang, Y., & Ye, L. (2010). A Literature Review on the Contentions of Multinational Theory. *Information Management and Engineering (ICIME), 2010 The 2nd IEEE International Conference on.* , 359 – 362.

Winter, S. G. (2003). Understanding dynamic capabilities. *Strategic Management Journal*, 24 (10), 991- 995.

Yam, R., Guan, J., Pun, K., & Tang, E. (2004). An Audit of Technological Innovation Capabilities in Chinese Firms: Some Empirical Findings in Beijing, China. *Research Policy* , 33, 1123–1140.