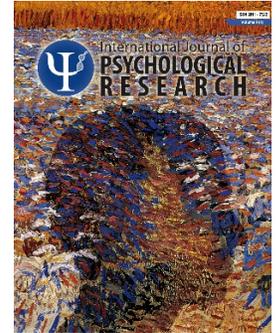




Análisis Estratégico de la Colaboración entre Empresas Nacionales y Multinacionales de Software en Colombia Utilizando Dinámica de Sistemas

Strategic Analysis of collaboration Between National and Multinational Companies of Software in Colombia using Dynamics System



Investigación

María Luisa Villalba Morales^a *✉, Jorge Robledo Velásquez^b y Claudia Y. Builes Beltrán^{c d}

^aFacultad de ciencias empresariales, Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia.

^bUniversidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. ^c

^cDirección General, Gemprecol, Colombia.

^dInvestigadora Asociada, Grupo de Investigación Salud Comportamental y Organizacional, Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia

ARTICLE INFO

RESUMEN

Las multinacionales de software son agentes económicos con el potencial de afectar drásticamente la dinámica de desarrollo de la industria doméstica en este sector. Tales efectos dependen del tipo de relación (de competencia o colaboración) establecida entre las empresas. Respecto a la relación de competencia, la literatura revela avances en su comprensión sistémica. Sin embargo, el análisis del comportamiento colaborativo entre empresas multinacionales y nacionales de software y sus efectos sobre el desarrollo de estas últimas ha avanzado poco, siendo notable en la literatura la ausencia de modelos de simulación para analizar el fenómeno. El propósito de este trabajo es hacer una contribución en esta dirección, utilizando la Dinámica de Sistemas como aproximación metodológica. Los resultados obtenidos ponen en evidencia las condiciones favorables y desfavorables para el establecimiento de una relación de colaboración con multinacionales, conduciendo a una mejor comprensión del fenómeno bajo estudio y propiciando la formulación e implantación de estrategias más exitosas de crecimiento de la industria.

Article history:

Received: 01-09-2015

Revised: 15-11-2015

Accepted: 01-12-2015

Palabras

clave: multinacionales, industria de software, dinámica de sistemas, Colombia, psicología organizacional, innovación tecnológica.

ABSTRACT

The multinationals software companies are economic agents with the potential of affecting drastically the dynamics of development of the domestic industry in this sector. These effects depend on the type of relationship (competition or cooperation) between the companies. On the relationship of competition, the literature reveals progress in their systemic understanding. However, the analysis of collaborative behavior among national and multinational software companies and their effects on the development of the latter has advanced little, being notable in the literature the absence of simulation models to analyze the phenomenon. The purpose of this work is to make a contribution in this way, using the system dynamics as a methodological approach. The results obtained

Key words:

multinationals software companies, software industry, dynamics system, Colombia, Industrial and organizational psychology, technology innovation.

* **Corresponding author:** Maria Luisa Villalba, Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia. Email address: maria.villalba@usbmed.edu.co



ISSN printed 2011-2084 | ISSN electronic 2011-2079

demonstrate the conditions favorable and unfavorable to the establishment of a relationship of collaboration with multinational, leading to a better understanding of the phenomenon under study and facilitating the formulation and implementation of most successful growth strategies of the industry

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de empresas multinacionales (MNC) en una industria en desarrollo puede significar, para las empresas nacionales, razones de preocupación, debido a que se comparte un mismo mercado con empresas con altos niveles de competitividad. Sin embargo, la competencia no es el único tipo de relación que se puede establecer con las MNC. También se puede optar por una relación de colaboración, mediante la cual la presencia de MNC genera efectos diferentes en las empresas nacionales (Görg & Strobl, 2002). Este tipo de relación se establece, generalmente, cuando una empresa nacional sirve de proveedor a la MNC, dando lugar al intercambio de capacidades y conocimiento (Smeets & De Vaal, 2016). Por lo tanto, una empresa nacional puede identificar la relación de colaboración con una MNC como una estrategia para mejorar sus capacidades de innovación tecnológica y, con ello, potencializar el crecimiento de sus ventas. Sin embargo, la dinámica de este tipo de relación ha sido estudiada de manera incipiente, identificándose una brecha de conocimiento que afecta negativamente la formulación e implantación de estrategias exitosas de crecimiento.

Este trabajo pretende hacer una contribución en relación a delinear los roles colaborativos de empresas nacionales con las MNC. Para esto se desarrolla un modelo de simulación y se diseñan escenarios de análisis, tomando como objeto de estudio la industria colombiana de software.

2. EFECTOS DE LAS MNC EN UNA RELACIÓN DE COLABORACIÓN

La literatura que analiza los efectos de las empresas multinacionales sobre las economías receptoras, converge en que la entrada y operación de las MNC a través de la inversión extranjera directa contribuyen positivamente al mejoramiento de la productividad y el crecimiento de la economía local (Contessi, 2015), indiferente del tipo de relación que se establezca entre las empresas.

Las MNC existentes en Colombia son generadoras de empleo a través de la contratación de personal y de servicios de outsourcing de empresas

nacionales. Igualmente, son competencia para las empresas nacionales que tienen el mismo mercado. Según Rodríguez (2009), habitualmente las empresas colombianas actúan como intermediarias de las empresas multinacionales; pero éstas tenderán a buscar a sus clientes sin intermediarios, tienen copados muchos segmentos del mercado y generan grandes barreras de entrada. Por estas razones es importante comprender el fenómeno de colaboración y saber cómo, a partir de éste, las empresas nacionales pueden mejorar su competitividad.

Cuando una empresa nacional establece una relación de colaboración con una MNC, dicha relación afecta a ambas empresas, generalmente de manera positiva; es decir, se genera una situación "ganana-gana". Sin embargo, las características de esta situación dependen de los acuerdos específicos a los que lleguen las partes. Generalmente, las multinacionales buscan la cercanía al mercado final, los servicios de outsourcing o los servicios de intermediación (Rodríguez, 2009); mientras que las empresas nacionales reciben una transferencia de capacidades y conocimientos, mejores ingresos, aprovechamiento de la reputación de la multinacional y el acceso a los mercados extranjeros (Giarratana, Pagano, & Torrisi, 2004; Smeets & De Vaal, 2016). Estos efectos pueden potencializarse a través del establecimiento de alianzas y/o la contratación de ex empleados de las multinacionales. Las alianzas son importantes porque crean vínculos duraderos en los cuales se aprovechan las capacidades de ambas empresas. Según O'Dwyer and O'Flynn (2005), generalmente, cuando una multinacional establece una alianza con una pequeña o mediana empresa (PYME), la primera es quien trata de definir el tipo de vínculo dependiendo de sus objetivos estratégicos; sin embargo, la interdependencia hace que sea una decisión mutua.

Adicionalmente al tipo de vínculo, también se debe definir la actividad en la cual se desea realizar la alianza, la cual puede ser tecnológica o de mercadeo. La primera se da cuando existen fronteras tecnológicas, complejidad y un alto costo de desarrollo de productos, por lo que se requiere de alianzas para enfrentar estos desafíos y se consolide una cooperación que beneficie el desarrollo de actividades como la investigación y desarrollo (I+D).

Este tipo de alianzas ayuda a las empresas a reducir los costos de transacción, protege el conocimiento de la expropiación y facilita la transferencia del conocimiento tácito (Das, Sen, & Sengupta, 1998). Mientras que las alianzas centradas en el mercadeo se dan cuando se busca generar sinergias por medio de operaciones comunes compartidas relacionadas con la distribución, venta y publicidad de los productos (Das, Sen, & Sengupta, 1998).

Con base en lo anterior, una empresa nacional cuenta con cuatro posibles formas de alianza con las MNC, según los tipos de vínculos (Licencia - contrato o alianza de mediana duración - Joint Venture) y las actividades centrales (tecnológica o mercadeo). En cuanto a la contratación de exempleados de MNC, ésta es una forma de movilidad laboral que tiene lugar cuando los trabajadores con experiencia en una MNC se vinculan luego a una empresa nacional (Katz, 1987; Blomstrom & Kokko, 2003; Daveri, Manasse, & Serra, 2002; Görg & Strobl, 2002). Dichos trabajadores llevan consigo relaciones y 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 exempleados de las empresas multinacionales se vuelve una opción para una empresa nacional que busca mejorar su capacidad de direccionamiento estratégico. Sin embargo, cuando una persona se retira de una empresa multinacional, tiene diferentes alternativas para continuar con su vida profesional, como crear su propia empresa o vincularse a otra empresa multinacional. Para este trabajo se retoman los resultados del estudio realizado por Orejuela (2009), en el cual se analiza el caso de empresas colombianas y se caracteriza la trayectoria laboral de empleados de multinacionales. De esta información es relevante el movimiento de personal de empresas multinacionales hacia empresas nacionales, el cual se da por la relación de 2/39 (dos movimientos sobre un total de 39 movimientos).

3. CAPACIDADES DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CIT)

El concepto de capacidad surge ante la necesidad de analizar la innovación en el contexto de las organizaciones que enfrentan escenarios competitivos. En este sentido, existen diferentes enfoques y definiciones asociadas a este concepto, sobre el cual no hay posiciones completamente

unificadas. Al respecto, son dos las perspectivas principales que se pueden observar en la literatura. La primera surge del trabajo de Lall (1992), quien afirma que las capacidades tecnológicas son las habilidades y conocimientos necesarios para absorber efectivamente cierta información que permita mejorar y crear nuevas tecnologías. Desde la perspectiva de Lall, las capacidades de innovación corresponden a una categoría superior de capacidades tecnológicas, que emergen en un proceso evolutivo de aprendizaje organizacional.

Este trabajo se sitúa en la segunda perspectiva, la de los recursos (Resource-based View of the Firm, ver Wernerfelt, 1984; Grant, 1991). Desde esta aproximación, Guan & Ma (2003), Yam, Guan, Pun, and Tang (2004) y Wang, Lu, & Chen (2009) proponen clasificaciones y definiciones convergentes para medir y evaluar las capacidades de innovación tecnológica en diferentes sectores empresariales. Las CIT se pueden definir como aquellas capacidades organizacionales sobre las que la empresa hace posible el logro de sus objetivos estratégicos de innovación tecnológica, las cuales están constituidas por un conjunto de capacidades específicas (Robledo & Pérez, 2011). En la Figura 1 se describe cada una.

4. INDUSTRIA DE SOFTWARE

La Industria de software es un sector estratégico, puesto que genera externalidades positivas en los demás sectores productivos (Hernández & Castañeda, 2010). Sin embargo, es una industria con características particulares que la hacen compleja. Esta condición es de interés para la academia y el estado, puesto que lograr la comprensión de su dinámica permitirá formular estrategias sectoriales y empresariales que promuevan el crecimiento de las empresas de software.

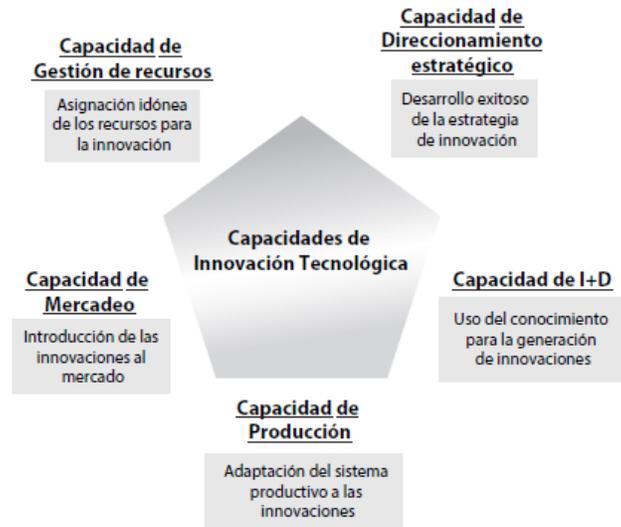
Específicamente en Colombia, la industria de software está representada por aquellas empresas cuya actividad económica corresponde a la categoría de "Consultoría en Programas de Informática y Suministro de Programas de Informática" - Actividad económica correspondiente al código CIU K7220, que para el año 2009 registró 3.662 empresas (FEDESOFTE, 2011).

Esta es una industria de conocimiento, por lo cual el capital humano juega un papel muy importante (López & Ramos, 2009), sobre todo para potenciar la

competitividad (Londoño, 2005) y la adquisición de nuevas tecnologías (Bastos & Silveira, 2009). En este sentido, las empresas de software deben contar con personal calificado, para lo cual en la industria de software es relevante la formación universitaria, el dominio de inglés, las certificaciones y la capacidad creativa, entre otros aspectos (Bastos & Silveira, 2009). Una característica particular de la industria

está asociada a la variedad de actividades en las cuales se pueden desempeñar las empresas de software; por ejemplo: Consultoría; Outsourcing del sistema de información o de aplicaciones; Desarrollo de Aplicaciones de Software; Soporte y Mantenimiento de Software y/o Hardware, Formación y Entrenamiento de TI; entre otros (Merchán & Urrea, 2007).

Figura 1 Capacidades de innovación tecnológicas



En cuanto al desarrollo de software como producto, éste 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 solo cliente; y software empaquetado, que puede ser utilizado por varios clientes, sin necesidad de modificaciones específicas (Bitzer, 1997). Por otro lado, los servicios de outsourcing corresponden a la tercerización de ciertas tareas, donde el principal insumo es el capital humano. Por último, las actividades de consultoría son desarrolladas por empresas cuyo objetivo es asesorar a otras empresas en la planificación y el diseño de los sistemas informáticos, diseño de sistemas de administración de información, sistemas de ingeniería y fabricación asistida por computador, entre otros (DANE, 2012).

En lo particular, para el desarrollo y comercialización de productos empaquetados existen características importantes que deben tenerse en cuenta, como son la presencia de efectos de red (directos e indirectos), la particularidad de la

estrategia de precios, la estructura de costos y los tiempos de ingreso al mercado y lanzamiento de nuevas generaciones de producto. En relación a los efectos de red directos, se definen como el aumento de la utilidad del producto percibida por un usuario a medida que otros también lo empiezan a utilizar (Sternman, 2000); estos efectos ejercen una influencia significativa en la aceleración de la tasa de ventas del producto; por su parte, los efectos de red indirectos tienen lugar cuando se disminuye el precio por causa de economías de alcance y se incrementa la variedad de productos complementarios (Hernández & Castañeda, 2010).

Por otro lado, 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 (principalmente I+D y costos de lanzamiento y mercadeo). 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.

Respecto a los tiempos de ingreso al mercado y los tiempos de lanzamiento de las generaciones, éstos representan para las empresas de software un aspecto importante de decisión, puesto que el momento en el cual se ingresa al mercado tiene un impacto en la difusión del producto y la adquisición de la base instalada de usuarios (Villalba & Robledo, 2011). Según Ansoff Stewart (1997), las empresas se pueden clasificar según el momento de entrada al mercado en i) pioneras; ii) seguidoras tempranas; y iii) firmas de ingreso tardío. Estas últimas son empresas con desventajas en su capacidad tecnológica (Hobday, 1995) que requieren de estrategias agresivas de inversión en capacidades para aumentar la probabilidad de compra de su producto; mientras que las pioneras pueden tener una posición ventajosa frente a sus seguidores (Tan, Yang, & Xu, 2010).

Lo expuesto anteriormente evidencia la complejidad de la dinámica de la industria de software. Esta complejidad hace que la toma de decisiones estratégicas requiera de bases consolidadas con una visión sistémica, en la cual se puedan analizar aquellas variables de mayor relevancia para los decisores. Es por ello que, al buscar solución a problemas como el planteado en este trabajo, haciendo uso de la Dinámica de Sistemas se puede contribuir a una mejor comprensión de la industria, sus dinámicas de crecimiento y el efecto de las multinacionales.

5. DINÁMICA DE SISTEMAS Y PSICOLOGIA ORGANIZACIONAL

La dinámica de sistemas se aplica de manera preferencial y más allá de los procesos operativos organizacionales a la gestión de proyectos y en la gestión de la producción, limitando los imprevistos y mejorando la planificación de procesos para mantener la calidad en el producto final, por tanto, la dinámica de sistemas facilita simular el alcance o impacto de un producto a través de los elementos nucleares del modelo permitiendo controlar la sensibilidad de los resultados. Adicionalmente, desde la psicología organizacional, la dinámica de sistemas ofrece la posibilidad de describir los procesos de una manera no lineal y dinámica, inter e intraorganizacional, siendo una aproximación adecuada para explorar, comprender, aprender y comunicar ideas complejas que beneficien la perspectiva organizacional (Elf, Poutilova, & Ohn, 2007).

Desde esta formulación, la dinámica de sistemas contribuye a la evolución y/o transformación de la gestión de los recursos humanos en las organizaciones, puesto que incluye en sus procesos de análisis, aquellos aspectos no cuantificables de los procesos de interacción de los grupos de trabajo, como es la motivación, los niveles de formación y participación, la toma de las decisiones, la flexibilidad al cambio de la políticas empresariales y la solución de problemas emergentes en los empleados, que pueden configurar escenarios distintos en la consecución de un producto, al igual que la acumulación de capacidades de innovación asociadas con el desarrollo del recurso humano y la relación interorganizacional en procesos de co-creación (Fadil, 2015).

Todo esto sugiere un panorama de autoregulación organizacionales frente a la gestión de riesgos, en los cuales los equipos de trabajo validan y mantienen resultados organizacionales, solo si son incluidos como agentes moduladores y modeladores de cambio organizacional para mantener la eficiencia de los procesos.

Al respecto realizar simulaciones a partir de la dinámica de sistemas que incluyan a los empleados (integrando aspectos sociales subyacentes del equipo de trabajo), desde los diferentes niveles para los cuales capitalizan el recurso en el área de la gestión humana, la gestión de procesos y el direccionamiento estratégico de la organización, delinean procesos novedosos de cambio organizacional y de gestión de conocimiento en pro del desarrollo sostenible (Hirsch, Levine, & Miller, 2007) y comprensión del ambiente organizacional (Bouloiz, Garbolino, & Tkiouat, 2013), en el cual impactan las relaciones y experiencia técnica y de gestión de los empleados desarrolladas con anterioridad, especialmente de aquellos que han trabajado en empresas multinacionales (Giarratana, Pagano, & Torrisi, 2004) o que han decidido realizar alianzas de colaboración empresarial.

6. CONSTRUYENDO EL MODELO DE SIMULACIÓN: RELACIÓN DE COLABORACIÓN

El desarrollo del modelo de simulación de la relación de colaboración entre Multinacionales y empresas nacionales se realiza bajo los lineamientos establecidos por Stermán (2000) para modelos de Dinámica de Sistemas. Este proceso consta de cuatro etapas básicas: la identificación del problema, la formulación de la hipótesis dinámica, la formalización del modelo y la validación del mismo, para

posteriormente diseñar y correr los escenarios de análisis. A continuación se describen dichas etapas.

6.1 Identificando el problema

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 tecnológico mundial. En el contexto de la política pública colombiana, esta industria ha sido estratégicamente seleccionada para proyectarse como "Sector de Clase Mundial", con importantes retos de competitividad y crecimiento de ventas y exportaciones en el largo plazo (McKinsey, 2008).

Para que estos objetivos se logren, será necesario un despliegue sostenido de políticas públicas y estrategias empresariales que configuren aquellos factores de competitividad que la industria requiere para mejorar su desempeño al nivel de los referentes internacionales. Siendo la industria de software un sector de alta tecnología, la innovación permanente es uno de los factores de competitividad, como lo demuestran Raffa & Zollo (1998), en un estudio sobre la economía del software. En este sentido, la acumulación de capacidades de innovación ha venido tomando importancia como factor de competitividad, 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).

En este contexto competitivo y de desarrollo de la industria de software, se ha identificado que las multinacionales juegan un papel muy importante en la acumulación de capacidades. Las multinacionales son agentes económicos principales porque usualmente poseen ventajas significativas sobre las empresas nacionales, unas de carácter tecnológico y otras 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).

Sin embargo, la literatura especializada revela una brecha de conocimiento relativo a la dinámica y efectos de la presencia de las multinacionales en las economías receptoras, principalmente respecto a las interacciones que establecen con las empresas domésticas y su aporte al desarrollo de capacidades. Esta brecha de conocimiento es necesaria cerrarla con una mayor comprensión de los factores que gobiernan el comportamiento del fenómeno. El presente trabajo busca hacer una contribución en este sentido, focalizándose en las dinámicas de

colaboración entre las empresas multinacionales y nacionales. Para ello, se desarrolla una propuesta de modelo de simulación en Dinámica de Sistemas, que busca aportar a la comprensión sistémica del comportamiento colaborativo entre multinacionales y empresas nacionales en economías en desarrollo, tomando como caso de análisis la industria colombiana del software.

Específicamente, se trata de aportar elementos explicativos del comportamiento de las ventas de las empresas proyectadas en el tiempo, bajo distintas aproximaciones estratégicas de las empresas nacionales frente a su relación con las multinacionales, en escenarios en que también es posible el despliegue de estrategias complementarias por parte de las empresas nacionales, referidas a las inversiones en capacidades de innovación y la contratación de ex empleados de las multinacionales.

6.2 Formulando la hipótesis dinámica

En la Figura 2 se ilustra la dinámica que se genera en la relación de colaboración de una empresa nacional con una multinacional. La dinámica se representa a través de relaciones causales y ciclos de realimentación, donde 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.

Para iniciar, las ventas de la empresa nacional se representan por una variable calculada como una proporción de las ventas de la empresa multinacional con la cual colabora. Esta proporción depende directamente de los resultados 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 empresas multinacionales, generándose los tres ciclos de refuerzo que tiene el sistema.

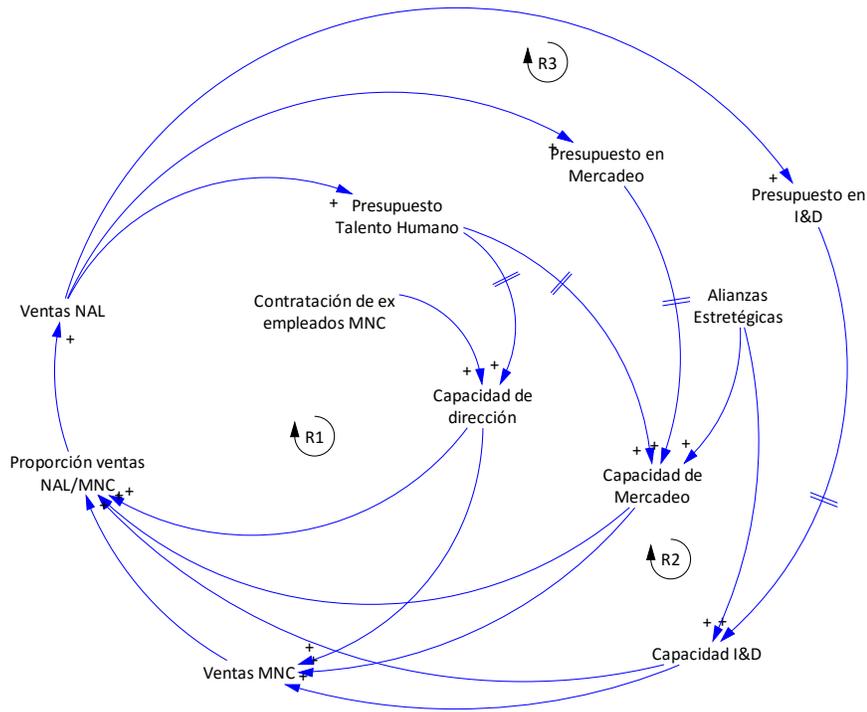
En cuanto a la acumulación de capacidades, ésta se logra mediante la inversión en I+D, talento humano y mercadeo, y tiene un efecto positivo (aumento) en la proporción de ventas de la empresa respecto a las ventas de la multinacional.

Según Giarratana et al. (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.

Figura 2. Diagrama Causal relación de colaboración entre empresas nacionales y multinacionales.



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 R1, R2 y R3, también se genera el “gana-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 a 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 reflejadas en la calidad del producto de la empresa multinacional.

6.3 Formalizando el modelo de simulación

Para el análisis del comportamiento colaborativo de las empresas colombianas de software con MNC del mismo sector se utilizó como base el modelo de Dinámica de Sistemas que representa la relación de competencia, cuyas bases parten del modelo de difusión de Maier (1998). De este modelo se retoma la dinámica de ventas para la empresa multinacional que compite con productos empaquetados, la cual contempla las particularidades de la industria de software para la difusión de este tipo de productos (estrategia de precios, efectos de red directos y múltiples generaciones) y define la dinámica de acumulación de capacidades de innovación tecnológica.

Con base en la hipótesis dinámica planteada y el modelo base, se desarrolla el diagrama de flujos y niveles (formalización del modelo) que permite simular

el comportamiento colaborativo entre multinacionales y empresas nacionales.

A continuación se describen las relaciones causales de la relación de colaboración a través de su representación en flujos y niveles.

Las ventas de la empresa multinacional están determinadas por el resultado obtenido de la probabilidad de compra de su producto, mientras que las ventas de la empresa nacional son representadas como una proporción de las ventas de la multinacional.

La acumulación de capacidades comienza con la definición del presupuesto destinado a I+D, talento humano y mercadeo sobre las ventas acumuladas de la empresa. Cada uno de estos presupuestos tiene injerencia en una capacidad específica, de tal manera que los valores monetarios son normalizados para convertirse en el flujo de entrada de las capacidades que se van acumulando. Este proceso se da con un retardo temporal, producto del tiempo de aprendizaje, y con una obsolescencia dada por la pérdida de habilidades (Winter, 2003) y por la rotación del personal (Grobler, 2010; Winter, 2003).

Por otro lado, las capacidades, además del efecto generado por la inversión monetaria, también reciben un flujo de entrada producto de las alianzas y de la contratación de ex empleados de empresas multinacionales.

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 jointventure). 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.

6.4 Validando el modelo

Siguiendo lo establecido por Barlas (1996), se examinaron dos aspectos para la validación del modelo: la estructura y el comportamiento. En el caso de la estructura se definieron las relaciones causales y parámetros de acuerdo a lo estipulado en la literatura para cada una de las variables que hacen parte de la dinámica de colaboración. De igual manera, se realizaron pruebas específicas conocidas como pruebas extremas y prueba de consistencia dimensional, que le otorgan confianza al modelo al replicar el comportamiento esperado ante condiciones

extremas y al conservar la consistencia de las unidades de las variables.

En cuanto a la validación del comportamiento, ésta se hizo teniendo en cuenta la validación del modelo usado como base, el cual replica el crecimiento de las ventas en "S" para los procesos de difusión de productos.

7. APLICANDO EL MODELO: ANÁLISIS DE ESCENARIOS

Para explicar los comportamientos que resultan de las decisiones estratégicas que toman las empresas colombianas del software en una relación de colaboración con una MNC, se simulan tres escenarios, donde se analizan los diferentes niveles de ventas que puede alcanzar la empresa colaboradora en comparación con una empresa nacional que compite con la multinacional.

Las empresas nacionales que siguen la estrategia de colaboración son fuertemente dependientes de la iniciativa de la MNC, debido a que esta última es más grande y desarrollada tecnológicamente (Robledo, 2011). Sin embargo, lo anterior no garantiza el crecimiento de la empresa nacional, la cual debe tomar decisiones que mejoren su proporción de ventas y la relación con su cliente.

Con base en esto, las variables que rigen la definición de las estrategias de colaboración son: los niveles de inversión en capacidades de innovación tecnológica, el establecimiento de alianzas estratégicas y la contratación de ex empleados de las multinacionales. Estas estrategias se ilustran en los tres escenarios presentados a continuación.

Escenario 1

Estrategia de colaboración con una MNC altamente competitiva, implementada por una empresa nacional con bajos niveles iniciales y de inversión en capacidades de innovación tecnológica, sin alianzas ni contratación de ex empleados de MNC.

Cuando una empresa nacional colaboradora tiene bajos niveles de inversión en capacidades de innovación tecnológica y no obtiene ningún otro provecho de su relación con las empresas multinacionales, es decir, no establece alianzas estratégicas ni contrata personal que haya trabajado en la multinacional, el nivel de capacidades alcanzado no es suficiente para generar un aumento en la proporción de ventas de la multinacional (en la tabla 1 se muestran los parámetros del escenario descrito); sin embargo, la incidencia de la competitividad de la

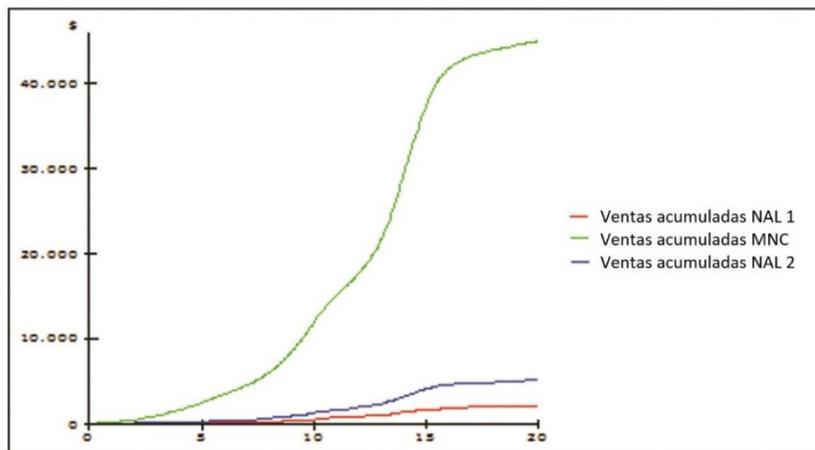
multinacional le permite obtener niveles de ventas superiores a los de una empresa nacional que compite y que también optó por bajos niveles de inversión en capacidades. Los resultados de este escenario se ilustran en la figura 3, donde se

evidencia la brecha entre los niveles de ventas de las empresas nacionales con la empresa multinacional, pero gracias a esta misma brecha la empresa colaboradora obtiene mejores resultados que la empresa que compite.

Tabla 1. Parámetros del escenario 1.

Parámetro	Escenario 1		
	Multinacional	Nacional Competidora	Nacional Colaboradora
Tiempo de entrada	0	4	0
Número de generaciones	3	3	NA
Tiempo lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	4; 9; 13	NA
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200	4 < t < 6 = 180	NA
	2 < t < 4 = 180	6 < t < 8 = 160	
	4 < t < 8 = 150	8 < t < 12 = 130	
	8 < t < 20 = 100	12 < t < 20 = 80	
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180	9 < t < 11 = 160	NA
	7 < t < 9 = 160	11 < t < 13 = 140	
	9 < t < 20 = 140	13 < t < 20 = 120	
	10 < t < 12 = 160	13 < t < 15 = 140	
Precios Generación 3	12 < t < 14 = 140	15 < t < 19 = 120	NA
	14 < t < 20 = 120	19 < t < 20 = 100	
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	5%	0,1%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	5%	10%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	5%	10%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.1	0.1
Capacidad inicial de mercadeo	0.5	0.1	0.1
Cap. Inicial de direccionamiento	0.5	0.1	0.1
Proporción de ventas	NA	NA	10%
Contratación de exempleados de MNC	NA	NA	No contrata
Alianza estratégica	Sin	NA	Sin alianzas

Figura 3. Resultados del escenario 1 para las ventas acumuladas



Nota: NAL 1 = Empresa nacional competidora. NAL 2 = Empresa nacional colaboradora. MNC = Multinacional

Escenario 2:

Estrategia de colaboración con una MNC altamente competitiva, implementada por una empresa nacional con aceptables niveles iniciales y de inversión en capacidades de innovación tecnológica, sin alianzas ni contratación de exmpleados de MNC.

En este escenario, se evidencia un nivel superior de ventas para la empresa que colabora con una multinacional altamente competitiva, pero, a diferencia de la definida en el escenario 1, la empresa colaboradora opta estratégicamente por desarrollar y

mantener un nivel aceptable en sus capacidades (en la *Tabla 2* se muestran los parámetros del escenario descrito). Los resultados en este escenario muestran las condiciones significativamente favorables para la empresa nacional y para la multinacional. En la *Figura 4* se ilustran los resultados del escenario 2 para los niveles de ventas de la empresa nacional competidora, la multinacional y la empresa nacional colaboradora; se incluyen, a manera de comparación, los resultados de la empresa nacional colaboradora del escenario 1.

Tabla 2. Parámetros del escenario 2

Parámetro	Escenario 1		
	Multinacional	Nacional Competidora	Nacional Colaboradora
Tiempo de entrada	0	4	0
Número de generaciones	3	3	NA
Tiempo lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	4 ; 9 ; 13	NA
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200	4 < t < 6 = 180	NA
	2 < t < 4 = 180	6 < t < 8 = 160	
	4 < t < 8 = 150	8 < t < 12 = 130	
	8 < t < 20 = 100	12 < t < 20 = 80	
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180	9 < t < 11 = 160	NA
	7 < t < 9 = 160	11 < t < 13 = 140	
	9 < t < 20 = 140	13 < t < 20 = 120	
	10 < t < 12 = 160	13 < t < 15 = 140	
Precios Generación 3	12 < t < 14 = 140	15 < t < 19 = 120	NA
	14 < t < 20 = 120	19 < t < 20 = 100	
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	5%	20%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	5%	10%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	5%	20%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.1	0.5
Capacidad inicial de mercadeo	0.5	0.1	0.5
Cap. Inicial de direccionamiento	0.5	0.1	0.5
Proporción de ventas	NA	NA	10%
Contratación de exmpleados de MNC	NA	NA	No contratan
Alianza estratégica	Sin	NA	Sin alianzas

Escenario 3:

Estrategia de colaboración con una MNC con baja competitividad, implementada por una empresa nacional colaboradora con adecuados niveles iniciales y de inversión en capacidades de innovación tecnológica.

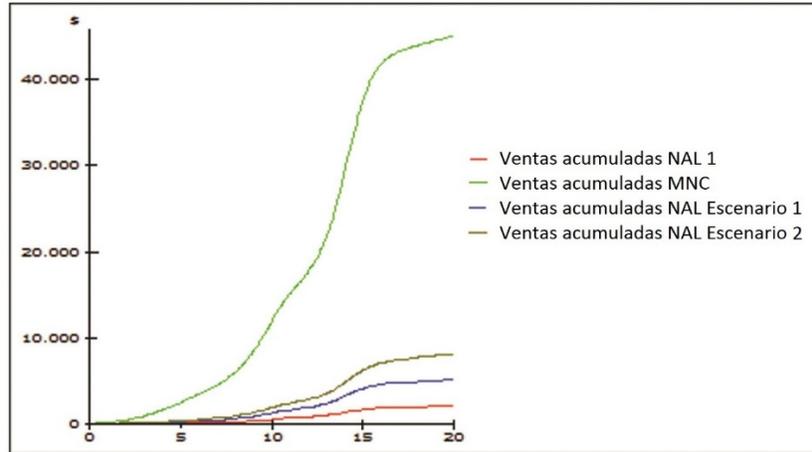
Este escenario muestra otra condición para la empresa nacional que colabora con una empresa

multinacional, en este caso de menor competitividad que la de la multinacional simulada en los escenarios 1 y 2.

En el escenario 3, la empresa colaboradora debe procurar el aumento de la proporción de ventas. Para ello, debe recurrir a estrategias más agresivas para acumular capacidades y mejorar sus servicios. Entre estas estrategias están: una mayor inversión en

capacidades de innovación, el establecimiento de alianzas y la contratación de personas que hayan laborado en empresas multinacionales. En la Tabla 3 se muestran los parámetros del escenario descrito.

Figura 4. Resultados del escenario 2 para las ventas acumuladas



Nota: NAL 1= Empresa nacional competidora. NAL 2 = Empresa nacional colaboradora. MNC = Multinacional

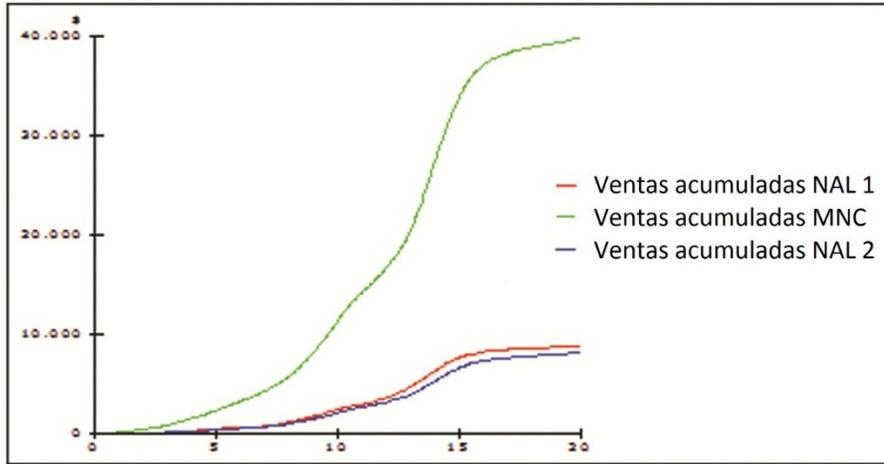
Tabla 3. Parámetros del escenario 3

Parámetro	Escenario 1		
	Multinacional	Nacional Competidora	Nacional Colaboradora
Tiempo de entrada	0	2	0
Número de generaciones	3	3	NA
Tiempo lanzamiento de las generaciones	0; 5; 10	2; 7; 11	NA
Precios Generación 1	0 < t < 2 = 200	2 < t < 4 = 180	NA
	2 < t < 4 = 180	4 < t < 6 = 160	
	4 < t < 8 = 150	6 < t < 10 = 130	
	8 < t < 20 = 100	10 < t < 20 = 80	
Precios Generación 2	5 < t < 7 = 180	7 < t < 9 = 160	NA
	7 < t < 9 = 160	9 < t < 11 = 140	
	9 < t < 20 = 140	11 < t < 20 = 120	
	10 < t < 12 = 160	11 < t < 13 = 140	
Precios Generación 3	12 < t < 14 = 140	13 < t < 17 = 120	NA
	14 < t < 20 = 120	17 < t < 20 = 100	
% de inversión en I+D sobre las ventas	20%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%	0,1%
% de inversión en Talento Humano sobre las ventas	10%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%	10%
% de inversión en Mercadeo sobre las ventas	20%	0 < t < 6 = 10% 6 < t < 20 = 15%	10%
Capacidad inicial de I+D	0.5	0.3	0.1
Capacidad inicial de mercadeo	0.5	0.3	0.1
Cap. Inicial de direccionamiento	0.5	0.5	0.1
Proporción de ventas	NA	NA	10%
Contratación de exempleados de MNC	NA	NA	Se contrata 0.01026 personas cada año
Alianza estratégica			Alianza de dos años para mejorar la capacidad de I+D

Con estas estrategias se logran los resultados ilustrados en la Figura 5, donde la empresa colaboradora no supera los ingresos por ventas de la empresa competidora a pesar de las estrategias implementadas, lo que muestra la importancia de la competitividad de la multinacional. Sin embargo, con relación a la acumulación de capacidades, la empresa colaboradora presenta una acumulación más

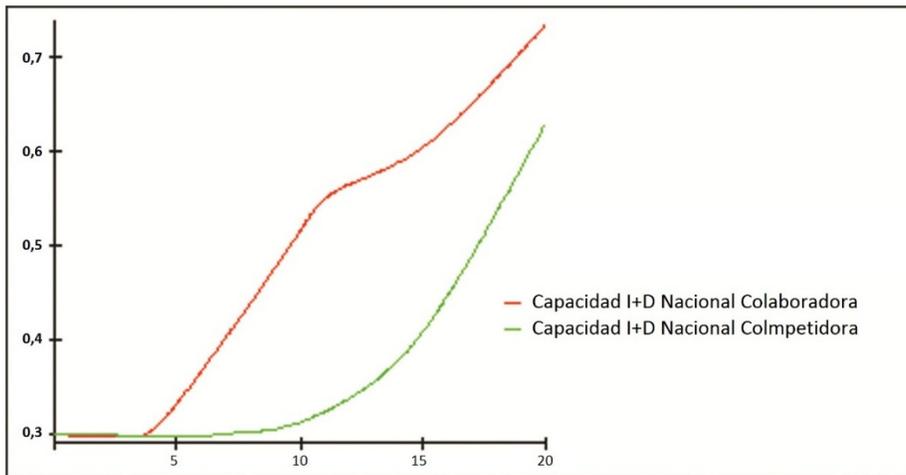
acelerada que la de la empresa competidora (como ejemplo, en la Figura 6 se ilustra el caso de la capacidad de I&D). Esta condición es favorable para el desarrollo de estrategias orientadas a la apertura de nuevos mercados y la producción de productos empaquetados.

Figura 5. Resultados del escenario 3 para las ventas acumuladas



Nota: NAL 1= Empresa nacional competidora. NAL 2 = Empresa nacional colaboradora. MNC = Multinacional

Figura 6. Resultados del escenario 3 - Diferencia en la acumulación de capacidades para la empresa colaboradora y para la empresa competidora



Los escenarios analizados permiten evaluar diferentes condiciones a las cuales se pueden enfrentar las empresas colombianas de la industria de software ante la presencia de empresas multinacionales y la acumulación de capacidades de innovación. Esto es posible gracias a la estructura integral que tiene el modelo propuesto, sustenta en las relaciones causales descritas en la literatura sobre las relaciones de competencia y colaboración entre empresas, las particularidades de la industria del software y la acumulación de capacidades de innovación.

Lo anterior, permite que el modelo pueda ser parametrizado y utilizado ante infinitas condiciones en las cuales se desenvuelven las empresas. Para ello, se cuenta con una interfaz de usuario amigable y de fácil manejo gracias a las bondades del programa Powersim Studio 8.

8. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

En los mercados competitivos de las empresas de software, la presencia de las multinacionales puede significar una gran barrera de entrada a nuevas empresas que deseen obtener una cuota de mercado. Para las empresas domésticas, la estrategia de competencia directa con las multinacionales exige un despliegue de recursos y capacidades que pueden estar lejos de sus posibilidades, y aun así no es seguro que los resultados sean satisfactorios. Ante esta situación, las empresas nacionales cuentan con una alternativa, la estrategia de colaboración, a través de la cual pueden lograr niveles de acumulación de capacidades que les permitan, en el largo plazo, tener mejores condiciones para competir en mercados internacionales.

De la interpretación de los resultados de las simulaciones se puede deducir que una empresa nacional que opta por la estrategia de colaboración, debe analizar el grado de competitividad de la multinacional con la cual colabora, al igual que tomar decisiones estratégicas de inversión en capacidades, para así obtener mejores resultados, puesto que se enfrenta a dos posibilidades: 1) si la multinacional es altamente competitiva, con más facilidad la empresa nacional podrá superar los resultados de las empresas que optaron por competir. 2) Si la multinacional no es altamente competitiva, la empresa nacional debe definir estrategias agresivas de inversión en capacidades de innovación para mejorar sus ingresos.

Para el caso de la industria colombiana de software, conformada mayoritariamente por empresas que prestan servicios y desarrollan software a la medida, ante la presencia de empresas multinacionales, la mejor opción es aliarse estratégicamente con una multinacional líder e invertir adecuadamente en capacidades, buscando su desarrollo organizacional y una mejor posición para diversificar su mercado.

Como direcciones de trabajo futuro, se contempla la mejora del modelo en cuanto a la modificación del proceso de acumulación de capacidades, pasando de la cuantificación relativa a la cuantificación absoluta; para ello, sin embargo, se requerirá de estudios empíricos y metodológicos que aporten a resolver las dificultades de la medición de las capacidades de innovación tecnológica.

Otro aspecto a mejorar es la inclusión dentro del sistema de aquellas variables que, por simplicidad del modelo, fueron consideradas como exógenas, como son la contratación de exempleados de multinacionales y el establecimiento de alianzas.

9. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen 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" con código 111848925547, del cual se deriva el presente trabajo. Igualmente, agradecen a la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín por la contrapartida otorgada.

10. REFERENCIAS

- Abarca, O. (2010). Alianzas estratégicas: ¿adquisición o acceso al conocimiento? *Ciencias Económicas*, 28(2), 263-287.
- Ansoff, H., & Stewart, J. (1997). 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.
- 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.
- Bastos, P., & Silveira, F. (2009). Aspectos económicos del software y consecuencias para américa latina. En P. Bastos, & F. Silveira, *Desafíos y Oportunidades de la Industria del Software en América Latina*.
- 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 .
- Blomstrom, M., & Kokko, A. (2003) "Human Capital and Inward FDI", *Discussion Paper 3762, CEPR*, London, February.
- Bouloiz, H., Garbolino, E., & Tkiouat, M. (2013). Modeling of an Organizational Environment by System Dynamics and Fuzzy Logic. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 3, 96-104.
- 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.
- Contessi, S. (2015). Multinational firms' entry and productivity: Some aggregate implications of firm-level heterogeneity. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 61, 61–80.
- D'Costa, A. P. (2002). Export Growth and Path-Dependence, The Locking-in of Innovations in the Software Industry.
- DANE. (2012). *Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades. Revisión 4 adaptada para Colombia CIU Rev. 4 A.C.* Recuperado el 22 de Junio de 2012, de http://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIU_Rev4ac.pdf
- Das, S., Sen, P. K., & Sengupta, S. (1998). Impact of Strategic Alliances on Firm Valuation. *Academy of Management Journal*, 41(1), 27-41.
- Daveri, F., Manasse, P. and Serra, D. (2002), "The Twin Effects of Globalization", *Centro Studi Luca D'Agliano Development Studies Working Papers*, N. 171, November.
- Economides. (1996). The economics of networks. *International Journal of Industrial Organization*, 14(2), 675–699.
- Elf, M., Poutilova, M., & Ohrn, K. (2007). A dynamic conceptual model of care planning. *Scandinavian journal of caring sciences*, 21(4), 530-538.
- Fadil, A. (2015). Value Co-Creation Process in Small and Medium Enterprise by Utilization of Viral Marketing as a Branding Tool: A System Dynamic Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 169, 258 – 265.
- FEDESOFTE. (2011). *Informe de cifras del sector del software y servicios relacionados 2005-2010*.
- Giarratana, M., Pagano, A., & Torrisi, A. (2004). The role of multinational firms in the evolution of the software industry in India, Ireland and Israel. *DRUID Summer Conference. Elsinore*.
- 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., & Ma, N. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation*, 23, 737–747.
- Hernández, I., & Castañeda, J. (2010). *Caracterización de la industria Antioqueña del software. En J. Robledo (Ed.), Gestión de las capacidades de innovación tecnológica para la competitividad de las empresas antioqueñas de software* (págs. 23-72). Medellín, Colombia: Todográficas Ltda.
- Hirsch, G. B., Levine, R., & Miller, R. L. (2007). Using system dynamics modeling to understand the impact of social change initiatives. *American Journal of community psychology*, 39(3-4), 239-253.
- Hobday, M. (1995). *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Katz, J.M. (1987), *Technology Creation in Latin American Manufacturing Industries*, St. Martin's Press, New York.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 20 (2), 165-186.
- Londoño, L. (2005). Recomendaciones para la Formación de una Empresa de Desarrollo de Software Competitiva en un País como Colombia. *Av. SistInf.*, 2(1), 41- 52.
- López, A., & Ramos, D. (2009). *Argentina: Nuevas estrategias empresariales en un modelo más abierto. En P. Bastos, & F. Silveira, Desafíos y*

- Oportunidades de la Industria del Software en América Latina.*
- Maier, F. (1998). New product diffusion models in innovation management a system dynamics perspective. *System Dynamics Review*, 14, 285-308.
- McKinsey. (2008). *Desarrollando el sector de TI como uno de Clase Mundial*. Bogotá.
- Merchán, L., & Urrea, A. (2007). Caracterización de las Empresas pertenecientes a la Industria Emergente de Software del Sur Occidente Colombiano Caso Red de Parques PARQUESOFT. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 4(2), 107-116.
- Milling, P., & Maier, F. (1996). *Invention, Innovation and Imitation*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Norton, J. A., & Bass, F. M. (1987). A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generation of high-technology products. *Management Science*, 33(9), 1069-1086.
- 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.
- Orejuela, J. J. (2009). *Incertidumbre laboral, Mercado y trayectorias laborales de profesionales de empresas multinacionales*. Cali: Universidad de San Buenaventura.
- Raffa M. and G. Zollo, 1998, *Economía del Software*, Napoli: ESI
- Robledo, J., & Pérez, J. (2011). *Modelo conceptual y aplicativo informático para la evaluación de capacidades de innovación tecnológica en PYMES del sector eléctrico colombiano*. XIV Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC 2011. Lima, Perú.
- Rodríguez, K. (2009). *Colombia: Desafíos de una Industria en Formación*. En P. Bastos, & F. Silveira, *Desafíos y Oportunidades de la Industria del Software en América Latina*.
- 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 2014, de *Revista Espacios*: <http://www.revistaespacios.com/a03v24n02/03240216.html>.
- Smeets, R., & De Vaal, A. (2016). Intellectual Property Rights and the productivity effects of MNE affiliates on host-country firms. *International Business Review*, 25, 419-434.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw- Hill/Irwin.
- Tan, C., Yang, X., & Xu, H. (2010). An investigation of the word-processing software market war in South Korea: A game-theoretic approach. *Information & Management*, 47, 96-101.
- Villalba, M., & Robledo, J. (2011). *Multinacionales y Capacidades de Innovación Tecnológica en la Industria de Software: Un Análisis Sistémico*. XIV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC 2011. Lima, Perú.
- Wang, C., Lu, I., & Chen, C. (2009). Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty. *Technovation*, 28, 349-363.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5, 171-180.
- 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.