



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE ECONOMÍA
ECONOMÍA DE LA TECNOLOGÍA**

**Innovación y Software Libre en México. Modelos de innovación privativo
y colectivo en empresas de la Industria de Software en el Distrito Federal
2013-2015**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

PRESENTA:

BLANCA ARACELI BORJA RODRÍGUEZ

TUTOR PRINCIPAL:

DR. LEONEL CORONA TREVIÑO
Posgrado de Economía, UNAM

COMITÉ TUTOR:

DR. SERGIO JAVIER JASSO VILLAZUL
Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM

DRA. MARÍA DE LOURDES MARQUINA SÁNCHEZ
Universidad Autónoma de la Ciudad de México, UACM

DR. JOSÉ LUIS SOLLEIRO REBOLLEDO
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

DR. GUSTAVO VARGAS SÁNCHEZ
Posgrado de Economía, UNAM

México D. F., Enero de 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y al Posgrado de Economía por los estudios realizados dentro de sus instalaciones.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo económico mediante la beca de Ayudante de Investigador Nacional y por la beca Mixta a través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

A la Dirección General Asuntos del Personal Académico, UNAM vía el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) por el proyecto “Servicios innovadores e intensivos en conocimiento. Un enfoque prospectivo” IN305913.

Especialmente agradezco al Dr. Leonel Corona Treviño mi tutor y mentor durante el último lustro; al Dr. Javier Jasso Villazul; al Dr. Gustavo Vargas Sánchez, al Dr. José Luis Solleiro; a la Dra. Lourdes Marquina miembros del sínodo y muy estimados profesores que me han orientado durante mis estudios de maestría. Al Dr. Miguel Ángel Rivera Ríos, a la Dra. Araceli Jurado y al Dr. Rafael Núñez Zúñiga, por la interacción virtuosa que han permitido desarrollarme profesionalmente; por sus consejos; y por la pasión con la que realizan sus actividades de investigación y docencia. Por enseñarme a amar un tema de investigación y por la cálida atención que me proporcionaron desde el inicio hasta la culminación de este proyecto.

Al Centro de Economía y Prospectiva de la Ciencia y la Tecnología coordinado por el Dr. Leonel Corona, que me ha recibido desde 2011.

A los profesores y estudiantes del Posgrado en Economía y del Posgrado de Administración que participaron en el Seminario de Economía y Administración de la Ciencia y la Tecnología (SEACyT) llevado a cabo en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía, UNAM durante los semestres de 2014 y 2015, coordinado por el Dr. Javier Jasso y el Dr. Gustavo Vargas; por el aprendizaje mediante los seminarios con expertos y los coloquios doctorales en que participé presentando mis avances de tesis.

A mis padres, por el inmensurable amor y apoyo con el que me han enseñado a nutrir mi vida de conocimientos comprobados, ilusiones y fe. A ellos dedico cada meta alcanzada; porque les debo lo bueno que hay en mí.

“Por mi raza hablará el espíritu”

A Víctor y Rodrigo

Fuentes de inspiración y constante motivación.

Contenido

Introducción.....	9
Delimitación del objeto de estudio y definición del problema	12
Preguntas de Investigación.....	14
Objetivos.....	14
Hipótesis.....	16
Metodología.....	16
Estructura de la investigación	20
1. La Innovación colectiva en un contexto global. Cooperación, incentivos e instituciones.	23
Introducción.....	23
1.1 Globalización económica y vinculación.....	24
1.2 Innovación. Modelos e incentivos.	29
1.3 Gestión del conocimiento y las capacidades de innovación.....	42
1.4 Instituciones y propiedad intelectual.	47
Conclusiones.....	59
2. Evolución Global del Software y del Software Libre.	61
Introducción.....	61
2.1 El Software Libre y de Fuente Abierta y la génesis del Software	61
2.2 Políticas para la consolidación de la industria de Software. Estados Unidos; Europa y Japón	68
2.3 Organización y colaboración en la producción de Software.....	73
2.4 Definición y tipología de Software.....	82
Conclusiones.....	89
3. Ecosistema de la Industria de Software en México y el Distrito Federal.....	93
Introducción.....	93
3.1 Breve descripción de la industria de Software en México	93
3.2 Agentes del ecosistema de Software.....	105
3.3 Beneficios del FLOSS en países de desarrollo y en México	114
3.4 Marco normativo de la industria de Software en México	121
Conclusiones.....	130
4. Modelos de Innovación y uso de Software Libre en empresas del Distrito Federal. Estudios de caso	133
Introducción.....	133
4.1 Origen de las empresas.....	136
4.2 Mercado	139

4.3	CAPACIDADES para la innovación	145
4.4	RESULTADOS: Innovación y estrategia empresarial.....	161
	Conclusiones.....	166
5.	Conclusiones y futuras líneas de investigación.....	171
5.1	Principales aportaciones.....	171
5.2	Limitaciones de la tesis.....	175
	Bibliografía.....	179

Introducción

La literatura y los indicadores económicos muestran que la mayoría de las Empresas de Servicios Intensivas en Conocimiento (ESIC) en México corresponden a la categoría de ESIC tradicionales, esto es, empresas consultoras dedicadas a ofrecer servicios con un desempeño poco trascendental para elevar la competitividad del sector y la región donde se ubican (Corona, 2014), esto significa que el valor agregado de dichos servicios es relativamente bajo. Sin embargo, los servicios de consultoría juegan un papel primordial en la difusión y comercialización de los bienes y servicios producidos en los eslabones anteriores de la cadena productiva, ya que las ESIC consultoras promueven la venta de productos o servicios de sus proveedores complementados con los productos o servicios de la ESIC.

Por otra parte, se ha corroborado la fuerte correlación entre el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y el aumento de la productividad de los factores (AMITI-CANIET-FMD, 2006). En este sentido, la evidencia ha mostrado que las empresas de TIC en *países de reciente industrialización*, sobre todo durante el llamado *milagro asiático*, han logrado una combinación de capacidades que las llevó a aprovechar la *doble ventana de oportunidad* que ofrece la etapa de maduración de la trayectoria tecnológica actual (Pérez, 2004), lo cual ha permitido que dichas empresas accedan a rentas económicas internacionales e incrementen su nivel de innovación y competitividad (AMITI-CANIET-FMD, 2006; Dabat, et al., 2007).

En este contexto, se ha reconocido la importancia de analizar la doble trayectoria de la industria de software. Por un lado, el desarrollo basado en la cultura colectivo y colaborativa que caracteriza al FLOSS¹. Por otro lado, la evolución de la industria basada en software privativo (en el sentido de la apropiación que priva la libre difusión, para su comercialización). Es importante reconocer esta doble trayectoria dado el origen

¹ En algunos artículos se encuentra la referencia a este tipo de software como FOSS: *Free and Open Source Software* (Software Libre y de Fuente Abierta) al referirse al software que se distribuye bajo licencias que permiten el acceso al código fuente y otras libertades específicas de este tipo de bienes. Sin embargo, en otras referencias las siglas FLOSS: *Free/Libre and Open Source Software*, es utilizado para hacer énfasis en la Libertad de la palabra Free y no en la gratuidad. De esta manera se expresa que se trata de las cuatro libertades establecidas por la *Free Software Foundation* y que el software puede distribuirse con fines de lucro o de forma altruista, es decir gratuita o no. Véase MERIT/Infonomics and Berlecon Research (2002), "*Free/Libre/Open Source Software Study — Final Report*"; y Maurer & Scotchmer (2006), "Open Source Software: The New Intellectual Property Paradigm", en National Bureau of Economic Research, Cambridge, Abril.

de la industria de software y al papel del FLOSS, para el crecimiento de la industria de software en países emergentes como Corea del Sur; Taiwán; Singapur, China y más recientemente Brasil (Rivera, et al., 2010).

Dadas las características, términos de la licencia para la distribución y el desarrollo basado en una cultura colaborativa (de libre revelación de la información), el FLOSS se puede obtener a bajo costo, lo que permite a las empresas con restricciones financieras o a países de ingresos medios y bajos, ahorrar miles de dólares que se derogan para el pago de licencias de uso del software privativo producido por empresas transnacionales. En efecto, en 2008 el uso de FLOSS significó una pérdida de \$60 mil millones de dólares anuales para las empresas de Software privativo (Chairman, 2008).

De esta manera, el gasto en TI paga el trabajo de desarrollo que se mantiene en el país, lo que conduce al ahorro nacional, dado que se reduce el déficit comercial de software; fomentando el desarrollo de la industria local y mediante la innovación de FLOSS se puede acelerar la integración en redes globales de producción. Éstas parecen ser las principales motivaciones de la política en favor del uso de Software Libre en algunos países como Brasil, el cual gastó más en regalías y licencias de software privativo de lo que gastó en manufacturas y servicios de TIC en 2002, por lo que en 2008 adoptó una nueva política para promover el uso de FLOSS en el software para el gobierno (Banco Central do Brasil, 2004).

Otros países han reportado tener motivos similares, como Sudáfrica, Taiwán y Corea del Sur (PNUD, 2004). Además de la reducción del déficit comercial, se ha reconocido la importancia del FLOSS para mejorar la seguridad informática y nacional; la reducción de violación de los derechos de autor (menores tasas de piratería) y la mejor adaptación a las características de los países, como por ejemplo el idioma (UNCTAD, 2012).

Esta tendencia, de mayor uso y desarrollo empresarial basado en FLOSS, tiene varias implicaciones para el desarrollo de capacidades de innovación en la industria de software: la reducción del poder de mercado de las grandes empresas transnacionales productoras de software privativo²; un aumento de la relevancia de los modelos de innovación colectivo y el uso de tecnologías abiertas; y el acceso a rentas de aprendizaje por parte de las iniciativas empresariales en países como México.

² Se llama Software privativo a aquel que priva al usuario, tanto de la propiedad como del acceso al código fuente.

De esta manera, aumentar uso de software libre en economías en desarrollo y en transición hacia una economía del conocimiento promueve el desarrollo del mercado interno; la innovación local y la mejora de capacidades. En vez de comprar licencias de uso a empresas que producen software privativo y servicios en el exterior, con el desarrollo local de software, las ventas y servicios se realizan con los recursos dentro de la economía local, reduciendo las dependencias, y proporcionando oportunidades de generación de ingresos, empleo y, consecuentemente, promoviendo el desarrollo económico.

Esta investigación se estructura en torno los siguientes aspectos fundamentales, para entender la dinámica económica e innovadora en la que se desarrolla la industria de software y el FLOSS:

1. Una nueva fase del desarrollo capitalista conocida como economía del conocimiento o capitalismo cognitivo, en la que la producción, la acumulación y el acceso al conocimiento representan activos predominantes en las organizaciones (Machlup, 1962; Porat, 1977; David & Foray, 2002; Dabat & Rivera Ríos, 2007; Boutang, 2011; Míguez & Sztulwark, 2012)
2. La importancia de las políticas gubernamentales, bilaterales y multilaterales sobre propiedad intelectual debido a la no rivalidad³ y a los bajos costos de reproducción de los bienes informacionales (Correa, 1990; Guadamuz, 2006; McGowan, et al., 2007; Stallman, 2014).
3. Las actividades de innovación abierta, nutridas de la vinculación entre agentes locales y redes globales de producción (Chesbrough, 2003; Dabat, et al., 2005; Leydesdorff, 2006).
4. La relevancia de los aspectos institucionales que derivan en procesos de cooperación y competencia a nivel global (Gereffi, 2001; Von Krogh, et al., 2003; Von Hippel, 2005; Wolf & Miranda, 2011).
5. La importancia de políticas públicas para generar oportunidades de desarrollar capacidades de aprendizaje, que se deriven en capacidades de innovación (Bell & Pavitt, 1995; Díaz, 2006; AMITI-CANIET-FMD, 2006; AMITI, 2013).

³ La no rivalidad se refiere a la propiedad de los bienes que pueden utilizarse de forma repetida, simultánea y concurrente por muchos individuos sin que el uso agote o excluya los beneficios del uso a otro individuo (Foray, 2000; David & Foray, 2002).

En la economía basada en el conocimiento se pueden distinguir dos modelos de innovación en las organizaciones desarrolladoras de Software: 1) el modelo de innovación privado (también llamado Modelo Catedral en Raymond,1999), que asume el retorno de los beneficios de la innovación con regímenes eficaces de protección de la propiedad intelectual: *copyright* y las licencias de sólo uso sobre los archivos ejecutables; y 2) el modelo colectivo (denominado Modelo Bazar en Raymond,1999), con el que asume que la innovación se nutre de agentes dentro y fuera de las organizaciones empresariales que colaboran con el fin de producir un bien, sobre el cual se otorgan licencias sobre los derechos de autor para una innovación abierta y más colaborativa. Éstas otorgan libertad de uso, acceso, modificación y difusión del código del software.

Delimitación del objeto de estudio y definición del problema

El estudio económico sobre el uso de FLOSS en la industria Mexicana de Software es incipiente. En efecto, mientras que los estudios económicos se dieron tras el auge de la industria a mediados de la década de los ochenta, en EEUU (Consumano, 1988; Langlois & Mowery, 1996; Steinmuellere, 1996; Mowery, 1999; Von Krogh, et al., 2003; Von Hippel & Von Krogh, 2003; Von Krogh, et al., 2005; Von Hippel & Von Krogh, 2006; McGowan, et al., 2007; Ajila & Wu, 2007) y en otros países durante las primeras décadas del siglo XXI (Koh, 2009; Rizk & El-Kassas, 2010; Piva, et al., 2012; Tian, 2014), en México el análisis sobre esta actividad ha cobrado importancia en las últimas dos décadas. Los estudios se deben, entre otros aspectos, a los objetivos del gobierno de México durante el sexenio de 2000 a 2006, cuando se situó el desarrollo de la industria de software como objetivo prioritario a fin de generar capacidades competitivas en las empresas mexicanas a nivel internacional (Mochi, 2006; Hualde & Gomis, 2007; Hualde & Mochi, 2008; Hualde, 2008).

No obstante, los estudios sobre el impacto de la propiedad intelectual del Software en México son pocos (Correa, 1990; Wolf & Miranda, 2011) y aún más escasos los estudios sobre el uso de Software Libre y de Fuente Abierta en la Industria Mexicana del Software (Ordoñez & Ortega, 2006; Rivera, et al., 2010; Cano, 2010; Turner, 2012). Sin mencionar escasos trabajos sobre por qué éste tipo de software se ha convertido una alternativa viable y factible para generar capacidades empresariales e incrementar la competitividad en México.

El software libre y de fuente abierta (FLOSS) es un programa informático con su código fuente disponible. Éste se distribuye con una licencia en la que el titular de los derechos

de autor proporciona la libertad para estudiar el cambio y distribuir el software a cualquier persona y para cualquier fin. El desarrollo de FLOSS es un ejemplo típico de innovación abierta que permite mejorar la eficiencia ampliamente distribuida de los recursos técnicos con la demanda del mercado, lo que hace que se convierta en una forma importante de desarrollo de tecnologías de software.

Estos bienes informacionales puestos a disposición del público de manera libre, abren una ventana de oportunidad para las empresas desarrolladoras de Software hacia la innovación: el acceso a bienes libremente difundidos y accesibles a bajo costo. Así, el FLOSS provee oportunidades valiosas para la madurez de la industria de Software Mexicana.

La competencia con base en Software Libre y de fuente abierta cambia la forma de pensar sobre los beneficios económicos derivados de la protección de este tipo de bienes informacionales y representa un modelo de negocios potencialmente exitoso.

En síntesis, el problema que trata la presente investigación son las estrategias de innovación colectivo de las Empresas de Servicios Intensivas en Conocimiento, productoras de Software ubicadas en el Distrito Federal. El uso de FLOSS facilita el acceso a rentas de aprendizaje tecnológicas internacionales o globales, ampliando las fuentes de beneficio más allá de las rentas económicas nacionales clásicas basadas en bajos niveles salariales (Rivera, 2007).

En segundo lugar las ESIC se insertan en cadenas de valor globales lideradas por grandes empresas transnacionales de software privativo, como socias, de modo que las innovaciones dependen del empuje del proveedor. Estas estrategias de inserción pueden explicar los bajos niveles de competitividad del sector a nivel global.

Aunque el problema y las implicaciones causales son amplias, esta investigación se encarga, en primer lugar, de dar un paso para llenar el vacío de estudios sobre el uso de FLOSS en las empresas de Software Mexicanas en su proceso de innovación. Además, considerando los modelos de innovación cerrada, abierta y colectiva, se busca mostrar la importancia de los aspectos institucionales para promover la difusión del conocimiento; la colaboración y la falta de promoción de un sistema de innovación abierta en el sector TIC.

Como se verá en esta investigación, al establecer un sistema de innovación abierta para este sector, vinculando a la academia y a otros productores de conocimiento con las iniciativas empresariales, se mejora la eficiencia de los procesos productivos, de manera que las empresas de servicios intensivas en conocimiento del sector TIC podrán mejorar

la productividad de las empresas de otros sectores económicos con las que se relacionen para dinamizar toda la constelación de innovación (Pérez, 2004) y promover el crecimiento económico. Aunado a esto, con la innovación colaborativa, las ESIC de Software podrán superar ciertas restricciones financieras; mejorar o complementar sus capacidades, y generar rentas de aprendizaje, debido a las interfaces de conocimiento (Sampedro, 2011) entre la comunidad de FLOSS y las ESIC; permitiendo a las empresas, obtener mayores beneficios económicos (véase, la relación lógica causal en la Figura I.3).

De la revisión de la literatura y la identificación del objeto de estudio, han surgido las siguientes preguntas de investigación y los siguientes objetivos que se responden en este trabajo mediante la metodología mencionada a continuación.

Preguntas de Investigación

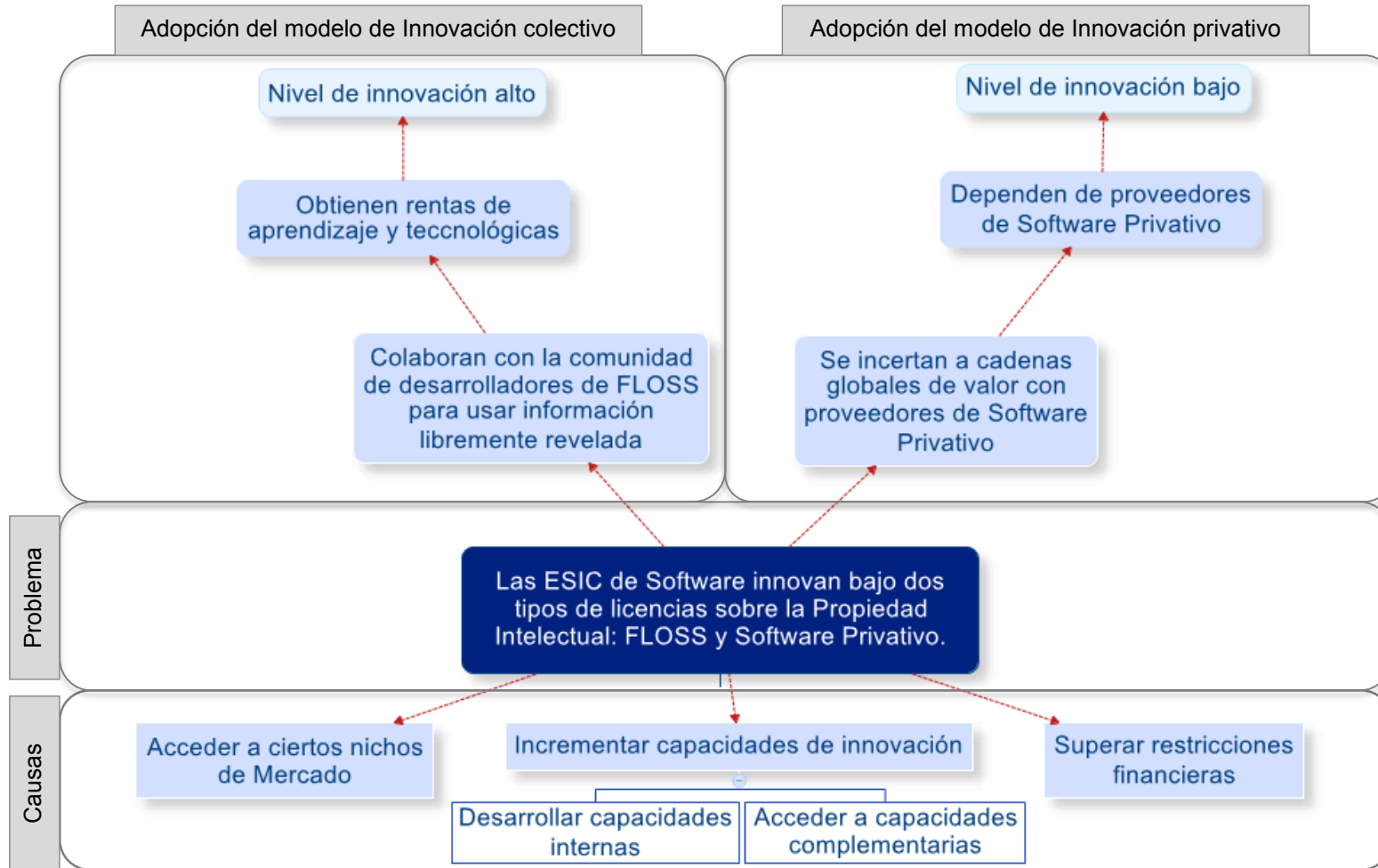
Dado que el tipo de propiedad intelectual sobre el software y las licencias de uso con el que se distribuye este tipo de bienes influye sobre el acceso, asimilación, adaptación y apropiación del conocimiento contenido en dicho bien informacional, de modo que se han observado dos procesos de innovación en la industria de software relacionado con cierto tipo de licenciamiento, se propone responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las motivaciones institucionales y económicas por las cuales las empresas desarrolladoras de Software adoptan el modelo de innovación colectivo o el modelo de innovación privativo?
2. ¿Cómo impacta el modelo de innovación adoptado por la empresa, sobre las capacidades; el nivel de actividad de innovación y el mercado (difusión de las innovaciones)?

Objetivos

1. Analizar las razones por las que alguna empresa desarrolladora de software adopta el modelo de innovación colectivo o el modelo de innovación privativo y las implicaciones de cada modelo sobre el tipo de licenciamiento y protección de la propiedad intelectual con el que se difunden las innovaciones.
2. Identificar las estrategias empresariales de uso colectivo de FLOSS para: 1) acceder a mercados específicos o diversificar la oferta; 2) mejorar los rendimientos del modelo de innovación o disminuir el riesgo; 3) establecer relaciones estables de reciprocidad con otros agentes involucrados en el ecosistema glocal de software.

Diagrama causal del problema de investigación



Fuente: Elaboración propia con base en la literatura.

Hipótesis

Las capacidades desarrolladas y la difusión de las innovaciones en el mercado dependen del tipo de modelo (privativo o colectivo) que adopte la empresa.

H1: La adopción del modelo de innovación (privativo o colectivo) se establece con base en dos aspectos fundamentales: a) los objetivos y retos durante su fundación (restricciones financieras) y b) los objetivos de acceso al mercado (tipo nicho).

H2: En segundo lugar, el modelo (privativo o colectivo) adoptado influye en el desarrollo de capacidades y en las innovaciones que genera.

Metodología

Para conseguir los objetivos de la investigación, en primer lugar, se parte de las aportaciones teóricas sobre 1) las motivaciones que tienen las empresas para innovar; 2) los incentivos y motivaciones existentes para la llamada “libre revelación” (*free revealing*)⁴ de los bienes informacionales; y 3) los incentivos para la organización en redes, en contexto del capitalismo cognitivo.

En segundo lugar, mediante la aplicación de cuestionarios para medir el índice INDICO: Innovación, Difusión y Competitividad (Corona, 2015a), se compara la actividad innovadora; las capacidades; la vinculación y el uso de FLOSS o Software Privativo en seis empresas de software ubicadas en el D.F. Así, se contrastan las estrategias de las iniciativas empresariales que se encuentran en distintas etapas de su ciclo de vida y tienen distinto tamaño empresarial.

Índice de Innovación, Difusión y Competitividad.

El Índice INDICO (Innovación, Difusión y Competitividad) es un indicador que permite comparar la innovatividad de una empresa considerando sus innovaciones de producto, servicio, proceso u organización; la inversión en Investigación y Desarrollo; el esfuerzo por proteger y transferir la propiedad intelectual y la difusión de las innovaciones en el

⁴ Como se verá en el primer capítulo, el concepto utilizado como *free revealing*, o libre revelación, se refiere a la actividad en la que los individuos revelan de forma libre hallazgos, descubrimientos o conocimientos útiles para mejorar productos o crear nuevos. Para (David, 1992) esta actividad está presente en fenómenos como *Open Science* y *Open Knowledge*. Para (Von Hippel & Von Krogh, 2006) la actividad de revelar o publicar, de manera altruista, diseños de productos o procesos está relacionada con los agentes que permiten la Innovación Abierta. Un ejemplo de este fenómeno es el desarrollo de proyectos de Software de Fuente Abierta (Raymond, 1999).

mercado. Éstas y otras variables cualitativas y cuantitativas se agrupan en dos pilares: la medición capacidades y de los resultados de innovación.

El índice permite comparar, en una escala del 0 al 10, a empresas de diferentes tamaños. En las capacidades, se encuentran los esfuerzos realizados por la empresa, respecto a su gasto destinado y las actividades tanto internas y externas para la Investigación y Desarrollo I+D, así como los vínculos institucionales con los que cuenta para ello. Los resultados, se refieren a las innovaciones detectadas; el número títulos de propiedad intelectual, información atestiguada por la empresa que se refiere a la historia de la empresa, la diversificación del mercado y los vínculos entre proveedores, usuarios y personal subcontratado.

Los puntos máximos indican la calificación máxima que arroja el cálculo del índice mediante operaciones matriciales en la que se establecen distintos eigenvectores para cuantificar los esfuerzos empresariales para innovar. La tabla que registra los puntos obtenidos para el cálculo de Índice INDICO, a partir de los cálculos matriciales, queda de la siguiente manera otorgando así las puntuaciones:

INDICE INDICO ESIC				
PREGUNTAS	Puntaje Máx.	RESULTADO	Puntaje Máx.	CAPACIDAD
		R		C
3.2 y 3.3 Innovaciones	3,5	0		
3.4 Propiedad Intelectual	1	0		
4.3 Difusión en el Mercado	3	0		
4.3.1 Certificación y Normas de Calidad	1	0		
4.4 Intensidad del Conocimiento en las innovaciones	1,5	0		
<hr/>				
4.5 Know How: Uso de la Tecnología			2	0
5.1. Capacitación y certificación del personal			2	0
5.2 Nivel de Formación del Personal			1	0
3.6 y 3.7 Organización e Inversión en IyD			4	0
3.8 Vínculos			1	0
<hr/>				
SUMA	10	0	10	0
<hr/>				
ÍNDICE INDICO: PROMEDIO (R+C)/2				0

Fuente: (Corona, 2015a)

El puntaje máximo de cada pilar (Capacidades; y Resultados) suma 10 puntos, de modo que el índice INDICO es el promedio del índice de Capacidades y el índice de Resultados. No obstante, para poder comparar las variables de cada pilar, entre todas las empresas, se ha normalizado cada variable, en una escala del 0 al 10. Aunque dicha normalización solo tiene fines comparativos entre las variables de cada pilar, y no afecta al peso ponderado que representa cada variable sobre el valor del índice del pilar.

Análisis de Redes para la Vinculación y el Capital Relacional.

Para profundizar en el análisis del capital relacional, en este trabajo se hace uso del análisis de redes sociales, y se complementa con el concepto de Interface de (Andersen, 1996) y las categorías de interfaces que aporta (Sampedro, 2011).

El análisis de redes sociales ha provocado un marco teórico que estudia los diagramas estructurales. Estos diagramas representan las relaciones estratégicas entre ciertos agentes (vistos como nodos de una red), que permiten analizar los patrones de vinculación y su evolución (Callon, et al., 1986; Coulter, et al., 1998; Mustchke & Quaan Haase, 2004). De esta manera se puede analizar tanto las estructuras de los tipos agentes dentro de una red global de producción, como explorar la posición estratégica de cada nodo dentro de la red.

Entre las variables que se utilizan en esta área, que contribuye a la gestión del conocimiento, se encuentra la reciprocidad de la relación (representadas con vectores que conectan a los nodos); la intensidad de la conexión, mediante las medidas de centralidad o lejanía de un nodo respecto a un conjunto de nodos pertenecientes a la red; el grado de liderazgo o poder que tiene un nodo para permitir u obstaculizar la comunicación entre varios nodos de la red, mediante el grado de intermediación; y la reputación de cada nodo a través de un análisis de redes dinámico, en el que se puede observar los movimientos o desplazamientos de los nodos y los cambios estructurales. No obstante, en esta investigación se hace un análisis estático, en el que se analiza la estructura relacional de las empresas en un instante de tiempo determinado por el momento en que se realizó el estudio.

El conjunto de medidas utilizadas para estudiar los diagramas estructurales tomados del campo del análisis de redes sociales (centralidad, grado, redundancia, entre otros). Como ya se ha adelantado en las variables, las principales medidas que permiten analizar las conexiones y la estructura completa de la red, son: 1) La densidad, 2) La centralidad de grado (Degree centrality), 3) el grado de intermediación (Betweenness), 4) el grado de cercanía (Closeness), y 5) el coeficiente de clustering o aglomeración.

La densidad se refiere a la intensidad de las conexiones una red. Este indicador se utiliza para mostrar si la información que se intercambia entre los nodos puede ser redundante, perfecta, o imperfecta. La alta densidad generalmente implica información perfecta o normas establecidas entre los agentes que se vinculan.

La centralidad de grado se calcula como número promedio de vínculos (grado) que tiene un nodo con otros agentes de la red. Los nodos con mayor grado son aquellos con más conexiones, por lo que también son más centrales en la estructura y tienden a tener una mayor capacidad de influencia o liderazgo sobre los demás.

El grado de intermediación se basa en el número de caminos más cortos que pasan a través de un nodo. Los nodos con una alta intermediación juegan el rol de conectar a los diferentes grupos. La distancia geodésica, o camino más corto entre dos nodos, es el número mínimo de agentes (entre el par de nodos) que se encuentran en el medio.

El grado de intermediación indica la proporción de nodos de la red que debe de pasar por un agente en especial para poderse conectar con otro.

El grado de cercanía hace hincapié en la distancia de un nodo con respecto a todos los demás en la red, centrándose en la distancia geodésica (la serie de intermediaciones con otros agentes más corta) de cada nodo en relación a los demás nodos. La cercanía puede ser considerada como una medida de cuánto tiempo tomará para que la información se propague de un determinado nodo a los otros nodos en la red. Este indicador muestra la influencia de uno o más nodos sobre toda la red. De acuerdo con la teoría de redes, cualquier nodo de una red social está a cinco o menos de cinco conexiones de cualquier otro agente. Al respecto se dice que cualquier persona puede contactar con el presidente de los Estados Unidos o con el más grande terrorista, al moverse por su red de contactos en máximo cinco conexiones. Lo importante del grado de cercanía es saber cuántas veces requerimos hacer cierto número de conexiones para poder conocer a los nodos más importantes de la red.

El coeficiente de Clustering o de aglomeración se basa en lo que se conoce como tripletes de nodos, que consiste en tres nodos que están conectados con cualquier otros dos. El coeficiente de agrupación se calcula como la proporción de las conexiones existentes entre los nodos cercanos, respecto al total de conexiones posibles.

Los indicadores anteriores permiten explicar los diagramas estructurales, que presentan cierto nivel de medidas antes mencionadas se pueden distinguir seis estructuras básicas al combinar diadas y triadas, que son todas las conexiones posibles que se pueden establecer entre dos o tres agentes del ecosistema.

Estudios de Caso

El método con el que se busca aplicar las aportaciones teóricas para analizar las motivaciones y beneficios de la innovación colectiva es el estudio de casos. Como se ha aportado epistemológicamente, las preguntas de investigación ¿Cuáles? o ¿Quiénes?, ¿Cómo? ¿Por qué? se pueden contestar mediante la aplicación de encuestas y estudios de caso. Además este estudio exploratorio que se centra en acontecimientos contemporáneos de los cuales no se tiene indicadores estadísticos o variables cuantitativas a nivel macroeconómico, puede ser abordado de manera adecuada mediante esta metodología de investigación.

El análisis de las ESIC innovadoras que se estudian en esta investigación busca contribuir al diagnóstico sobre los patrones de innovación con base en tecnologías abiertas, las cuales se caracterizan por ser bienes públicos, libremente reveladas, como se revisó en el primer capítulo.

Los casos de análisis fueron seleccionados de la muestra de ESIC encuestadas en colaboración con el Centro de Economía y Prospectiva de la Ciencia y la Tecnología, dentro de los proyectos PAPIIT IN305211, UNAM – Universidad de Girona “Aglomeración empresarial y estrategias de innovación ante la crisis” y PAPIIT IN305913, UNAM “Servicios innovadores e intensivos en conocimiento. Un enfoque prospectivo” apoyados por la Dirección General Asuntos del Personal Académico-UNAM.

Las empresas que se analizan se encuentran dentro del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI); pertenecen a un clúster de TI en México; y, en el caso de las que utilizan FLOSS, son miembros de la Asociación Mexicana Empresarial de Software Libre (AMESOL), como puede verse en la Figura 4.5.

Para realizar un análisis comparativo que responda a las preguntas de investigación, se seleccionaron seis empresas. Las iniciativas empresariales (una micro, una pequeña, una mediana y una grande) que utilizan FLOSS para realizar sus innovaciones se contrastan con dos empresas que se basan en Software privativo y que se encuentran en el mismo contexto que los estudios de caso.

Estructura de la investigación

La investigación se desarrolla en cinco capítulos con cuatro apartados cada uno. En el primer capítulo se retoman las aportaciones teóricas sobre los efectos de la globalización en la deslocalización de la producción y en la innovación de organización,

lo que permite observar la formación de redes globales de producción de conocimiento y distintas estrategias para la obtención de beneficios económicos.

En este contexto, se desarrollan las aportaciones teóricas y conceptuales sobre los modelos de innovación, distinguiendo las características de la innovación cerrada respecto a la innovación abierta.

La innovación abierta se puede clasificar según la estructura organizativa que establezca la empresa con otros agentes económicos. En la investigación se observan tres: Innovación colectiva, innovación colaborativa e innovación cerrada; aunque en la literatura también se encuentra otro tipo de organización útil para la innovación, como la basada en crowdsourcing; entre agentes de los que puede obtenerse información valiosa para el proceso de innovación. Consecuentemente se establecen las características de los modelos de innovación a estudiar, así como los incentivos para adoptar uno u otro tipo de modelo.

En el segundo capítulo se revisan los aspectos más importantes sobre la evolución del Software, lo que permite establecer las bases para diferenciar el FLOSS del software privativo; diferencias que surgen de aspectos económicos de la época y como consecuencia de políticas enfocadas en la consolidación y auge de la industria de software en Estados Unidos.

Las diferencias se desarrollan en los primeros tres apartados, donde se relaciona al tipo de software con la propiedad intelectual y la organización para la producción de los dos tipos de Software. Con ello, en el cuarto apartado se define lo que es el Software, se establecen las características del software privativo y el libre para, posteriormente, establecer una tipología del software según la relación con los equipos electrónico-informáticos (es decir, en relación con la cadena de valor) y la complejidad del software según el tipo de plataforma en el que se distribuye.

Dado el contexto conceptual e histórico de los primeros dos capítulos, se continúa con la revisión de los indicadores económicos más importantes de la industria de software. El ecosistema se centra en los aspectos económicos e institucionales, de modo que se parte de la clasificación industrial de la actividad económica, con la que se analiza la estructura de mercado; la producción y valor agregado, empleo y remuneraciones. Asimismo se identifican los principales agentes que participan en la producción y distribución del software, el marco normativo que rige las actividades económicas; y, finalmente se habla del estado actual del FLOSS en México.

En el cuarto capítulo se realiza la aplicación teórica para analizar las motivaciones y beneficios de alguna variedad de la innovación abierta en seis estudios de caso. Para ello se estudia cada aspecto que determina la estrategia de innovación, y los componentes del índice INDICO. Los resultados del estudio de casos muestran que la adopción del modelo de innovación colectiva provoca un mayor índice de capacidades y de resultados, de manera que el índice de innovación, difusión y conocimiento de las empresas de software que innovan mediante el uso de FLOSS son más propensas a innovar que las iniciativas empresariales que se basan en software con licencias privativas.

No obstante, queda pendiente seguir en esta línea de investigación para mostrar de forma más representativa y de manera cuantitativa los beneficios económicos de cada modelo de innovación. La investigación no permite inferir de forma determinista que si la empresa adopta un modelo de innovación colectivo, accediendo a bienes informacionales para adaptarlos a las necesidades del mercado y realizar mejoras incrementales, se verá reflejado en un incremento de las ventas, ni mucho menos en el tipo de renta o sobrebeneficio económico que pueda obtener respecto a sus competidores. Consecuentemente, queda pendiente, para futuras investigaciones, el papel complementario del capital relacional para la comercialización de las innovaciones y las consecuencias sobre las rentas económicas derivadas de la adopción de un modelo de innovación colectivo.

1. La Innovación colectiva en un contexto global. Cooperación, incentivos e instituciones.

Introducción

Con las obras de (Machlup, 1962; Machlup, 1979), algunos economistas han reconocido la complejidad de los fenómenos económicos inmersos en la economía del conocimiento. Considerando la reconfiguración espacial de la producción debido a la globalización; la importancia, cada vez mayor, de las actividades económicas basadas en el conocimiento; y la evidencia empírica de que los agentes económicos tienen un comportamiento adaptativo, los economistas se han ocupado del desarrollo del pensamiento económico bajo una visión evolucionista para explicar cómo éstos cambios impactan sobre la competitividad de los países, así como la importancia de los aspectos institucionales (formales e informales) a nivel nacional e internacional, para fomentar del desarrollo económico basado en el cambio tecnológico y la innovación (Hodgson, 1997; Corona, 2002).

Desde esta perspectiva, se subraya el papel de la trayectoria tecnológica; la extinción o mutación de algunas actividades económicas; las reglas y normas bajo un contexto político y social determinado; las rutinas organizativas, el aprendizaje, y el desarrollo de capacidades. Estos elementos son el telón de fondo que permite explicar el fin último de las actividades empresariales: la supervivencia y el crecimiento alimentados por una ganancia extraordinaria o renta diferencial (Rivera, 2007).

Ante la globalización económica e institucional, en la que las empresas deben operar bajo costos (económicos e institucionales) y calidad a nivel internacional, el acceso a ciertos beneficios e incentivos requiere básicamente cuatro aspectos:

1. La capacidad de coordinar actividades productivas de agentes relacionados, dispersos en el globo. Es decir, generar capital relacional y estructurar la gobernabilidad de las cadenas globales de valor y las redes globales de producción.
2. Generar capacidades productivas difíciles de reproducir por la competencia, y establecer barreras a la entrada; base de los beneficios extraordinarios.
3. La diferenciación de productos o servicios, resultado de la mejora del proceso productivo y de organización, es decir, de la innovación.
4. La gestión del conocimiento y otros activos intangibles.

Estos cuatro aspectos serán desarrollados a continuación, en este capítulo, y sentarán las bases teóricas del análisis para el objeto de estudio de la presente investigación.

1.1 Globalización económica y vinculación.

Reconociendo lo expuesto por algunos autores, la crisis de la etapa capitalista de finales del siglo XX, conocida como Fordismo-Keynesiano (debido a la conjunción entre la organización industrial característica del fordismo y la base económica del Keynesianismo), dio luz a una nueva fase capitalista que tiene, como base, a la revolución informática. Esta revolución provocó la transformación de los medios de producción y el surgimiento de una nueva rama de actividad económica: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Asimismo la revolución informática permitió una nueva organización económica, para la cual surgió el sistema socio institucional neoliberal, que permitiera impulsar el proceso de globalización económica y productiva (Pérez, 2004; Dabat, 2006).

En esta fase, se modifica la organización y la dinámica del capital, ya que aparece un nuevo tipo de propiedad: la propiedad intelectual; un nuevo tipo de empresa: la flexible, tipo red. Este tipo de empresas fragmentan la producción material de una cadena productiva en eslabones ubicados en varios países; y presenta un nuevo tipo de competencia basada en la búsqueda de ganancia extraordinaria surgidas por las innovaciones dentro de una nueva organización del espacio económico globalizado (Castells, 1999; Dabat, 2006; Dabat, et al., 2007).

Así, la aplicación productiva de esta tecnología ha configurado un nuevo patrón industrial al integrar nuevas industrias, productos y estructuras de mercado y consumo. Asimismo, las industrias “viejas” se “rejuvenecen” gracias a la aplicación de la tecnología. A su vez, la tecnología se difunde mundialmente con la nueva organización productiva (Pérez, 2001). Por lo anterior, los efectos de esta revolución informática se manifiestan en la formación de redes entre múltiples unidades productivas, aunada a la coordinación global del proceso productivo.

El proceso de globalización se ha entendido como la expresión espacial de la revolución informática, debido a la reconfiguración espacio-temporal que permite la red (internet). Así, la globalización se trata de una nueva configuración del espacio económico mundial en torno a redes de computadores, producción global y competencia sistémica que combina la competencia de empresas con la de naciones y bloques o regiones. Consecuentemente, se genera una nueva división global del trabajo para la cual se requiere el cambio de la política: del corporativismo al neoliberalismo y el paso de la producción fordista a la flexible. Por lo tanto, la especificidad histórica posibilitada por el neoliberalismo económico, la globalización y la difusión internacional del capitalismo

informático, aunado a la división internacional del trabajo se relacionan en la nueva fase del capitalismo: el capitalismo informático global y neoliberal, en la cual la información y el conocimiento es el motor de la acumulación de capital (Dabat, 2006).

Una diferencia fundamental entre el capitalismo en sus etapas anteriores del siglo XVII a finales del siglo XX, y la fase actual radica en que, durante el capitalismo industrial el foco competitivo estaba asociado, de manera dominante, a la mejora de los procesos, más que a la diferenciación de productos. En dichas fases el conocimiento se integra al proceso de trabajo a través de dos vías principales: 1) en los medios de producción y; 2) en la mejora de procesos de creciente complejidad, orientados a la producción de mercancías de escasa diferenciación y economías de escala. Consecuentemente, el conocimiento se ubica a nivel del proceso productivo. La cuestión de la propiedad intelectual, aunque presente, no tenía la importancia que ha adquirido en la fase actual (Dabat, 2006; Míguez & Sztulwark, 2012).

El capitalismo cognitivo también se caracteriza por una nueva organización: Las relación entre empresas (empresa red); y la relación entre individuos que configuran comunidades basadas en conocimiento. Las comunidades se definen como redes de individuos que buscan producir y difundir información y conocimiento útil para generar innovaciones. Con la conformación de comunidades, cobra importancia la motivación y los beneficios económicos que explican la vinculación entre las iniciativas empresariales y la comunidad externa basada en conocimiento (David & Foray, 2002).

Deslocalización de la producción y redes globales de valor

La globalización puede entenderse como un cambio espacio-temporal de organización de las actividades humanas, basada en la extensión; profundidad; y velocidad de la interconexión. En este proceso cobra importancia el papel de las nuevas tecnologías, la mayor interrelación de los mercados financieros, la desregulación en los países miembros de la OCDE, el incremento del comercio intra industrial, la apertura de los mercados adoptando de políticas neoliberales y el nuevo tipo de organización flexible. Estos cambios permean en varios aspectos de la vida económica y social, por lo cual sus efectos son muy amplios.

La globalización económica (que abarca los aspectos productivos, comerciales, financieros e institucionales) puede ser visto desde diversos enfoques. Por un lado existen argumentos sobre los efectos positivos de la globalización en cuanto a que ésta favorece el crecimiento y desarrollo económico mediante desbordamientos de conocimiento. En segundo lugar existe la tesis de que el proceso arrebató a los

gobiernos nacionales gran parte de su capacidad de decisión al pasarla a manos de los mercados financieros, las empresas transnacionales y las instancias multilaterales.

En ambos casos se reconoce que los impactos son principalmente distributivos (asimetría en poder y riqueza) y estructurales (que afectan la asignación de recursos y el funcionamiento de la sociedad) (Held, et al., 1999). En tercer lugar los cambios por la fragmentación y deslocalización de la producción, así como la constitución de empresas red, responden a las búsqueda de acceso rápido y a bajo costo, al conocimiento, recursos y capacidades, para complementar los esfuerzos internos de las empresas (Ernst, 2003).

En este sentido, (Dabat, et al., 2007), afirman que la globalización económica no hace desaparecer las diferencias nacionales en capacidades productivas y recursos demográficos y naturales, sino que las contrapone al abrir oportunidades inéditas de valorización capitalista. De esta forma, el paso a una competencia global explica la constitución de precios globales para una cantidad creciente de bienes.

Este proceso de integración global de la producción, y de la competencia, permite el acceso a diferentes tipos de *rentas económicas*, conceptos que los autores (Op.Cit.) retoman de los aportes clásicos de Smith, Ricardo, Marx y Schumpeter; que puede considerarse sinónimo de la sobre ganancia o ganancia extraordinaria, originadas por las innovaciones, véase. Estos conceptos se desarrollan en el apartado 1.2 del presente capítulo.

El argumento de los autores es que el acceso a estas rentas dependerá de las transformaciones organizativas que son explicadas por Hirschman, Porter, Gereffi, Kaplinsky y Ernst, al subrayar la relación entre los cambios organizativos y estructurales de las empresas, los cambios tecnológicos y la competencia global (Rivera, 2007).

(Hirschman, 1958), realiza un importante aporte sobre los eslabones de una cadena productiva, en el contexto del desarrollo económico. Definió varios tipos de eslabones que representan algunas interacciones en el proceso de desarrollo e industrialización. Los eslabones hacia atrás se observan cuando la demanda del mercado a nivel nacional crece a un nivel suficiente para que existan los incentivos para fabricar internamente los bienes que hasta el momento eran importados. El eslabón hacia adelante se observa cuando la presencia de cierto insumo motiva el desarrollo de otra línea de producción que usa los mismos insumos.

(Porter, 1991), analiza las relaciones que existen entre los diferentes actores económicos y los agrupa en eslabones que se encuentran ubicados en países, regiones

y sectores. Porter explica que la competitividad nacional, definida como *la capacidad de mantener y ampliar la participación de las empresas nacionales en los mercados locales e internacionales para el desarrollo económico*, está relacionada con las ganancias que se obtienen en las industrias porque las empresas de países competitivos que se dedican a ciertas actividades se vuelven competitivas a nivel internacional. En su explicación, Porter utilizó el concepto de clúster, definido como *una concentración geográfica de empresas interconectadas en un sector en particular*. Para este autor, un clúster está ligado a las industrias competitivas. En estas aglomeraciones las empresas se articulan hacia atrás y hacia delante fortaleciendo las cadenas productivas. Así las empresas se benefician de la aglomeración en clústeres para la especialización, acceso a insumos, mecanización, servicios e infraestructura.

(Gereffi, 1999), por su parte, considera que estos estudios de conglomerados son limitados, porque tienen a centrar su atención en el papel de las instituciones a nivel local. Por ello propone una alternativa de análisis denominada *cadena productiva global*, definida como *un conjunto de actividades que involucran desde la producción primaria de bienes intermedios hasta la comercialización de un producto en específico*, siendo elementos críticos de la cadena los intermediarios que se insertan entre cada eslabón. (Gereffi, 2001), hace énfasis de la relación entre las empresas ubicadas en un mercado interno con otras empresas en el mercado exterior, que se establecen ante los cambios fundamentales que la globalización provoca sobre el desarrollo económico de los países. Siguiendo esta perspectiva, (Blair & Dussel-Peters, 2006), aportan que las cadenas productivas integran a las industrias desde la producción primaria hasta la comercialización, la cual puede ser local o internacional, dependiendo de los acuerdos internacionales, los cuales han sido un factor que ha fortalecido a la creación de cadenas globales en los sectores productivos de los países y determina, en cierta forma, la inserción de cada empresa o industria a nivel local, en la cadena global.

(Kaplinsky, 2004), ha utilizado el concepto de *cadenas productivas* como herramienta para analizar los efectos de la globalización sobre la distribución de los beneficios de la producción. A diferencia de las cadenas productivas, las *cadenas de valor* (llamadas así por Kaplinsky) no se limitan a los procesos productivos, sino que incluyen los servicios de apoyo para la producción, la comercialización y el servicio posventa al cliente. Bajo este análisis, se encuentran tres elementos importantes. En primer lugar, las barreras de entrada y el acceso a rentas, que se encuentran relacionadas con la escasez, la diferencia de productividad de los factores de la producción y las motivaciones que tienen las iniciativas empresariales para detener la caída de la tasa media de ganancia

y obtener ganancias extraordinarias. En este proceso, el autor reconoce que la competencia es el motor que dinamiza y orilla al capitalismo hacia la innovación.

Las ganancias, por su naturaleza, dentro de las cadenas de valor están cada vez más construidas en áreas fuera de la producción física. Es decir, reconoce la importancia de las innovaciones de proceso, organización y otros servicios previos y posteriores a la producción. En segundo lugar menciona que la gobernabilidad dentro de la cadena global de valor es importante por la coordinación requerida en el comercio global, no solamente respecto a la logística sino en cuanto a la capacidad para integrar los eslabones de diseño del producto y los estándares de calidad que se añaden al fin de la producción para la comercialización. En este sentido, las capacidades de coordinación y la habilidad para identificar actividades rentables para repartir estratégicamente las tareas entre los agentes ubicados en otros países, refleja el acto de gobernabilidad; y en tercer lugar, la eficiencia sistémica que se relaciona estrechamente con la cooperación entre los eslabones de la cadena, lo que implica ciertas responsabilidades de quien gobierne la cadena así como del aumento de los niveles de confianza entre los diferentes eslabones de la cadena (Kaplinsky, 2004).

Por su parte, (Ernst, 2002; Ernst, 2003) afirma que las empresas red se vinculan con empresas de la cadena de valor y con competidores bajo la premisa de que la acción colectivo reduce costos. Estas redes permite acceder a recursos de países que ofrecen bajos costos (económicos e institucionales, sobre todo de información y de transacción), y se colocan como empresas transnacionales que establecen una estructura relacional según la interdependencia con proveedores, subsidiarias, empresas filiales y competidores dispersos en el globo. En términos generales, estas empresas Red lideran o influyen en el desarrollo del comercio intra industria, configurando, lo que el autor denomina, Redes Globales de Producción (RGP).

El concepto de RGP se distingue de la Cadena Global de Valor (CGV) por la naturaleza organizativa y las relaciones de cooperación-competencia. Esta innovación organizacional a nivel global permite a las empresas combinar la deslocalización con la concentración espacial de la producción (Ernst, 2003).

Las empresas de la industria de software se insertan en redes globales de producción de conocimiento. Las grandes empresas se vinculan con proveedores y usuarios mediante estructuras de redes globales de producción. Por otra parte, los agentes también suelen establecer redes de producción de conocimiento, como las comunidades de usuarios y desarrolladores de software libre, que interactúan en plataformas web según temas de software específicos.

Las RGP permiten aprovechar la difusión del conocimiento y concentrarlo en los eslabones de la CGV, lo que permite explicar dos fenómenos: la fragmentación de la producción, que requiere coordinar a las empresas en cierto eslabón de la cadena de valor y la concentración de la producción de cierto tipo de actividades, en aglomeraciones empresariales o *clústeres*, lo que permite coordinar la dispersión y la concentración intencional del conocimiento y la información.

(Ernst, 2003), argumenta que existen distintas estructuras de red, según el nivel de poder que presenta cada participante de la red. Las RGP obtienen ventaja del comercio intra e inter industria, al vincularse con los participantes de la red. Estas estructuras pueden ser egocéntricas, centradas en un agente con alto grado de vinculación, que presente cierto poder de intermediación y acceso a la información difundida en la red, y un alto grado de autoridad o liderazgo. Por otro lado, se puede observar una red más completa o del tipo "*Boundary spanner*", en el que una empresa tiende a adoptar el papel de la vinculación estratégica entre dos o más redes que no se conectan entre sí. En este sentido, las empresas transnacionales red que se colocan en algún país pueden presentar un adosamiento preferencial, es decir, pueden establecer vínculos con empresas y organizaciones que considere estratégicos para desarrollar la actividad productiva a los menores costos posibles o con los mayores beneficios a largo plazo.

En relación a los efectos de la globalización económica mediante el estudio de las cadenas de valor, para entender los cambios en el comercio internacional, Castells también menciona que en la fase actual del capitalismo se observa una nueva fuente de productividad, que estriba en la tecnología que procesa, almacena genera y comunica información (Castells, 1999).

1.2 Innovación. Modelos e incentivos.

La corriente ortodoxa o neoclásica entiende la innovación como el proceso por el que se crean activos intangibles, y en la que se introducen, en el mercado, un producto o servicio nuevo. La perspectiva schumpeteriana tiende a entender la innovación como un experimento de mercado o como los cambios profundos que reestructuran los fundamentos de los sectores económicos y cambian los mercados (destrucción creativa).

(Drucker, 1985), define la innovación como "el cambio que crea una nueva dimensión de desempeño". El autor menciona que la empresa innovadora presenta un cierto número de características particulares que pueden reunirse en dos grandes categorías de competencias:

- Las capacidades estratégicas. Que se refieren a una visión a largo plazo, la capacidad para determinar o incluso anticipar las tendencias del mercado; la voluntad y la capacidad de recopilar e integrar la información económica y tecnológica.
- Las capacidades organizativas que se refieren al control del riesgo, la cooperación interna entre los diferentes departamentos funcionales y la colaboración externa: con la investigación pública, consultoría, clientes y proveedores; así como a la implicación de la empresa en el proceso de cambio e inversiones en recursos humanos.

Actualmente, la innovación se entiende como una actividad que forma parte de la estrategia de negocio o, lo que es lo mismo, del conjunto de decisiones de inversión para generar capacidades que potencien el desarrollo de nuevos o mejores productos y acrecienten la eficiencia. Siguiendo a la (OCDE, 2005), se entiende por innovación *la concepción e implantación de cambios significativos en algún producto o servicio, en el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de generar valor.*

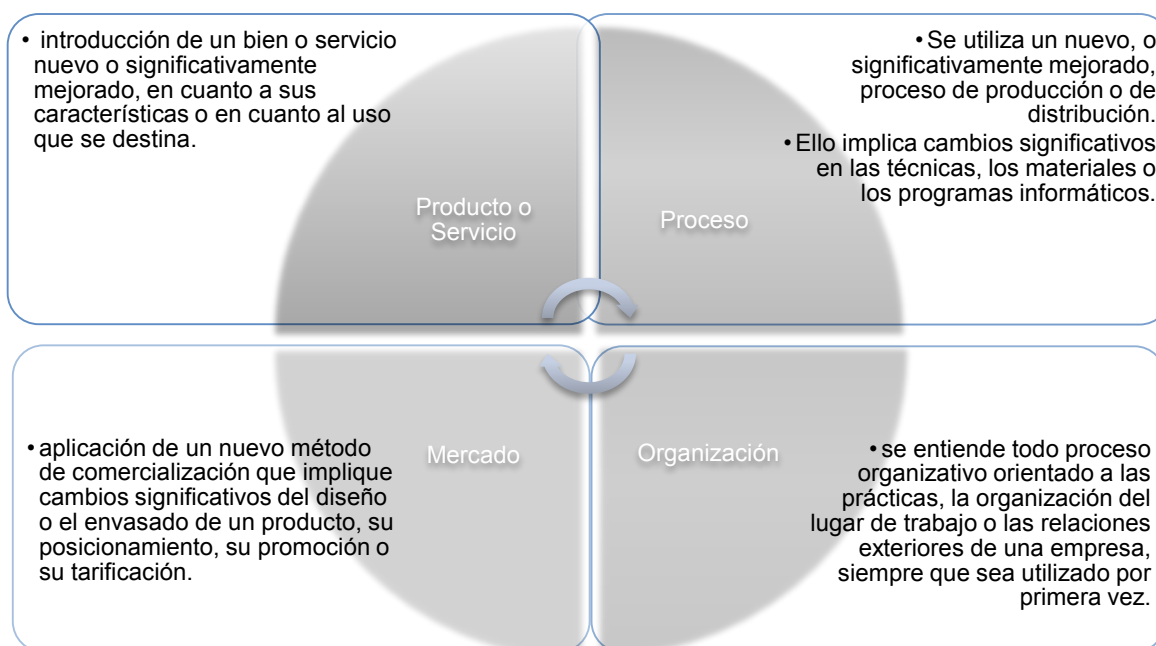
Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología.

Las actividades de innovación incluyen todas las aplicaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación. La innovación implica la utilización de un nuevo conocimiento o de una nueva combinación de conocimientos existentes, reflejada en algún tipo de actividad que incrementa el valor de la empresa, como las que se enumeran en la Figura 1.1.

La innovación es entendida en este trabajo como *la capacidad de convertir y transformar las ideas y el conocimiento, en nuevos o mejores productos, procesos o servicios, que tengan un valor en el mercado o que generen valor a la empresa, incrementando la productividad o disminuyendo sus costos.* Por lo tanto, la innovación no solo se refiere a una mayor sofisticación tecnológica añadida a los productos, si no que estos se adapten a las necesidades del mercado, es decir, que satisfagan mejor las necesidades del usuario final; y a los cambios organizativos y de proceso (OCDE, 2005).

Al realizar la presente investigación se midieron los esfuerzos internos y la influencia externa sobre las innovaciones de producto, servicio, proceso y organización de algunas empresas de la industria de software, mediante la metodología del índice INDICO (Corona, 2015a).

Figura 1.1 Tipología de la innovación



Fuente: Elaboración con base en (OCDE, 2005)

Los esfuerzos internos se relacionan con la concepción ampliamente difundida de la innovación cerrada o tradicional, es decir, aquella que se realiza dentro de las empresas innovadoras, y representan costos reflejados en investigación y desarrollo, análisis de mercados, etc. De forma complementaria, se considera la innovación abierta, relacionada con la influencia externa; es decir, las innovaciones que son “empujadas” o motivadas gracias a la información, al conocimiento o a los cambios organizativos que provienen de proveedores; empresas subcontratadas o que refleja las necesidades de los clientes.

Adicionalmente, en esta tesis, se propone que la innovación colaborativa, un concepto más amplio que la innovación abierta, incluye la importancia de las interfaces que crean las iniciativas empresariales con otros agentes de la sociedad civil, algo que se ha abordado parcialmente en la literatura.

Aunado a lo anterior, con base en el enfoque evolucionista (Nelson & Winter, 1982), se ve a la innovación como un proceso dependiente de su historia (*path dependence*), donde el conocimiento y la tecnología evolucionan por medio de las interacciones entre actores y otros factores. La estructura de estas interacciones afecta a la senda que tomará el cambio económico. Por ejemplo, tanto la demanda como las oportunidades de comercialización influyen en qué productos se van a desarrollar y qué tecnologías van a tener éxito.

Modelos de Innovación.

La perspectiva ortodoxa de la economía afirma que debe garantizarse el retorno de la inversión destinada a la realización de las innovaciones mediante derechos monopólicos temporales, para que la empresa innovadora pueda establecer un precio que refleje, tanto el costo de producción, como el costo de la innovación, es decir, la inversión en Investigación y Desarrollo.

Desde esta perspectiva, la innovación cerrada ofrece ciertas ventajas a las empresas, como el desarrollo de capacidades internas de manera continua, al generar ideas y proyectos que se comercialicen. Para hacer viable la implantación de este tipo de innovación se requiere la apropiación y protección del conocimiento; de la información que se generó durante el diseño de los nuevos o mejorados productos dentro de la empresa. Así, las mejoras de los productos o servicios desarrollados son propiedad exclusiva de la empresa, pudiendo decidir el tipo de titularidad de la propiedad con el que se pueda proteger.

Modelo de innovación cerrada y abierta

El modelo de innovación cerrada se basa en la gestión del conocimiento para realizar la innovación desde el interior de la empresa. Así, las iniciativas empresariales cuentan con personal que se dedica a investigar, desarrollar, diseñar y crear productos o servicios dentro de la empresa. Asimismo se realiza otro tipo de administración para mejorar el modelo de negocio, capacitar al personal, certificar la calidad de los productos, entre otras actividades que ofrecen aumentar el capital intangible de la empresa o aumentar su valor agregado (*upgrading*).

La conceptualización sobre el uso de conocimiento externo a la empresa se debe, sobre todo, a los trabajos de (Chesbrough, 2003) sobre la distinción entre la Innovación Cerrada y la Innovación Abierta. Según este autor,

“The paradigm of closed innovation says that successful innovation requires control and ownership of the Intellectual Property (IP). A company should control the creation and management of ideas. (...) The entire new product development cycle was then integrated within the company where innovation was performed in a ‘closed’ and self-sufficient way. As a result, under the closed innovation model, projects not selected for further pursuit may sit on a shelf for years – or forever – unless an internal champion of the project leaves the company to develop the idea elsewhere” (Chesbrough, 2003).

En contraparte, el autor define la innovación abierta como aquella en cuyo proceso se involucran esfuerzos internos de investigación y desarrollo que se complementan con conocimiento externo, de distintos agentes. En palabras del autor:

“Open innovation is the use of “purposeful inflows and outflows of knowledge to accelerate innovation internally while also expanding the markets for the external use of innovation. This model involves strategic, managed exchanges of information with actors outside of the boundaries of an organization, aimed at integrating their resources and knowledge into the organization’s own innovative process” (Op.Cit.)

Modelo de innovación colaborativa

El impacto de la colaboración sobre la innovación y el crecimiento económico ha sido ampliamente reconocido desde las primeras aportaciones sobre modelos de innovación abiertos. En este contexto, el Foro Económico Mundial reconoce que la innovación colaborativa, que se da

“when a young firm and an established firm share complementary resources and combine efforts to support innovative ideas. This interaction can create significant value for both parties as well as for the economies in which such collaborations take place.” (WEF, 2015).

Modelo de innovación con base en las multitudes

Por otra parte, en el reconocimiento de la interacción para la obtención de información, se dice que la crowd sourcing innovation se da

“When an organization decides to tap into the knowledge of a wider crowd and input is sourced from a large and undefined group of people. Crowdsourcing requires a lower level of engagement and involvement than open innovation and co-creation. An organization using crowdsourcing will set a challenge to the public and ask for opinions, insight and suggestions. It is an open call to the public whereby the organization solicits solutions from the crowd – not genuine contribution and collaboration” (Neumann, 2014).

Complementariamente al concepto de innovación abierta, la innovación colectivo implica ciertas actividades aparentemente altruistas de algunos agentes innovadores, quienes revelan libremente información útil para la innovación.

“A central tenant of open innovation is free revealing of the detailed workings of novel products and services, so that others may use them, learn from them, and perhaps improve them as well. (...) Free revealing may often be the best practical course of action for innovators” (Von Hippel & Von Krogh, 2006)

Estos autores aportan la conceptualización de tres modelos para la innovación: el modelo privado que implica el monopolio, temporal o no, del conocimiento concedido a los innovadores, lo que representa una pérdida para la sociedad en relación a la difusión y a la distribución de los beneficios de la generación del conocimiento; el modelo de acción colectivo y el modelo privado-colectivo, que sugieren fomentar.

El modelo de innovación abierta (que implica el uso complementario de conocimiento externo, por parte de una empresa, para innovar) se relaciona con los conceptos de innovación colectivo (que implica el la vinculación con alguna comunidad que revela información libremente), innovación colaborativa y la *crowd innovation*, o *corwdsourcing innovation* (que implica tener a la multitud como fuente de conocimiento) y la innovación colaborativa (que según el foro económico mundial tiene que ver con la interacción entre empresas en cierto eslabón de la cadena de valor).

La relación radica en el sentido de que estos conceptos se refieren al uso de información complementaria. No obstante los conceptos difieren en el tipo de agente y grado de vinculación entre las empresas y otros agentes como fuentes de información. La hipótesis de esta investigación es que la diferencia radica en los beneficios que genera la interacción y en los incentivos para establecer la cooperación difiere en cada modelo.

Incentivos para la adopción de los modelos de innovación en la industria de Software

La innovación de software puede ser vista como un proceso que conduce a:

- Desarrollo de un nuevo aspecto, función o aplicación de un producto de software existente o proceso;
- Introducción de un nuevo producto de software, servicio o proceso o una mejora en la anterior generación del producto de software o proceso; y
- Entrada a un mercado ya existente o la creación de un nuevo mercado (OCDE, 2009).

El modelo de innovación privativo se refiere al tipo de organización catedral (véase el apartado 2.3) y licenciamiento de software privativo (como se verá en el apartado 1.4), que se basa en la suposición de que la innovación requiere ser realizada dentro de la empresa (innovación cerrada), garantizando la protección de la propiedad intelectual, es decir de los códigos fuente, para obtener el retorno de la inversión en los esfuerzos para innovar.

Consecuentemente, bajo este modelo, para fomentar la inversión privada en la innovación, la sociedad debe conceder a los innovadores algunos derechos sobre la información resguardados mediante las figuras de propiedad intelectual como patentes o *copyrights*. Además, bajo esta visión, la sociedad permite el control monopólico por parte de los innovadores aunque esto represente una pérdida de la eficiencia al impedir el intercambio de información que pueda potenciar la mejora de los bienes o servicios que los innovadores han creado. Consecuentemente, la sociedad también elige sufrir una pérdida social con la finalidad de aumentar los incentivos a la innovación de los inversionistas privados que tengan las capacidades para crear nuevos conocimientos (Arrow, 1962).

Al reconocer la importancia de la innovación, y dado el ambiente económico actual; la evidencia empírica ha mostrado que, en países de reciente industrialización, la competencia global ha orillado a las empresas a buscar nuevas formas de organizar sus procesos internos y a gestionar sus relaciones con otros agentes con los que puede compartir recursos, riesgos o costos, es decir, la cooperación.

Además, con el acortamiento de los ciclos de vida de los bienes y servicios (sobre todo informáticos), así como el incremento de la complejidad y la búsqueda de mejorar la competitividad y la presencia en los mercados ha incrementado la necesidad de compartir conocimiento y adoptar ideas externas a las empresas para mejorar sus procesos de innovación (Chesbrough, 2003; Chesbrough, 2006).

En este contexto, (Von Hippel & Von Krogh, 2006) sugieren que un agente (sea un individuo, empresa u otra organización) difunde información privada de manera libre, si los beneficios de la propiedad intelectual se otorgan voluntariamente y a todos los agentes se les concede el mismo acceso, sobre una base no discriminatoria, para convertir a la información en un bien público⁵.

⁵ Es decir, un bien que está disponible para todos y que el uso de una persona no substraer del uso a otros.

Así, los derechos de propiedad intelectual se otorgan libremente aún si se trata de patentes o de derechos de autor. Por ejemplo en el caso del software, protegido con derechos de autor, los autores pueden difundir libremente el código fuente mediante una licencia de software que transmite todos los derechos patrimoniales reconocidos por el autor.

A pesar de que la libre difusión se puede realizar de manera altruista, éste hecho no implica que los agentes beneficiados que adquieren o utilizan la información pública no incurran en costos. Los beneficiarios pueden, por ejemplo, tener que pagar por una membresía o suscripción a las revistas, sitios web o incurrir en gastos de viaje a un sitio donde se puede adquirir la información difundida. Aunado a esto, a fin de comprender o hacer uso de la información difundida libremente para resolver problemas o realizar alguna innovación, el agente que la adquiere debe poseer o crear conocimientos complementarios necesarios. Es decir, que debe contar con cierto conocimiento inicial y con capacidades de aprendizaje que le permitan utilizar la información, crear nuevo conocimiento e innovar. No obstante, el agente que difunde libremente la información, según Von Hippel y Von Krogh, (2006) no se beneficia de los gastos hechos por los adoptantes de la información, de modo que la información se revela libremente de manera intencional y altruista. La duda que surge naturalmente de este tipo de comportamiento es ¿qué beneficios o incentivos tienen los agentes para promover la difusión libre de sus innovaciones, información o conocimiento? Los autores plantean tres situaciones para analizar los incentivos:

a) Cuando la competencia posee o puede acceder a información similar.

Los innovadores que buscan proteger las innovaciones deben establecer un control monopólico sobre la información relacionada con la innovación. En el caso del software esto se puede realizar mediante el secreto industrial o mediante la obtención de títulos de propiedad intelectual, como patentes o derechos de autor⁶. Sin embargo, si varios individuos o empresas tienen información o conocimiento similar, sustituta, que tiende a variar ligeramente según las circunstancias de competencia o los nichos de mercado a los que se enfrentan, la relación costo-beneficio que puede obtener un innovador al proteger su información puede ser más desfavorable si busca protegerla, que si la difunde, sobre todo si uno o más titulares

⁶ Las marcas y otros títulos que también son parte de la propiedad intelectual no son consideradas en esta parte como información difundida libremente para la innovación abierta.

de la información sustituta no espera alguna ganancia o no presenta pérdidas y decide revelar su información.

Para aquellos innovadores que prefieran difundir la información el reto se convierte en competir colaborando. Von Hippel y Von Krogh (2006) sostienen que es común que las empresas o los individuos posean información e ideas valiosas para otras empresas que buscan imitar una innovación en particular, aunque rara vez se quiere realizar una solución exactamente igual a la que sus competidores han diseñado.

Incluso los autores sostienen que en el caso improbable de que la información o las ideas las posea una sola persona, no es fácil guardar en secreto dicha información por mucho tiempo. En efecto, según el estudio de Mansfield (1985), sobre cien empresas estadounidenses, encontró que la información sobre los diseños, productos o procesos se encuentra en manos de la competencia en un periodo aproximado de 12 a 18 meses.

Así, si la relación costo-beneficio de resguardar la información es más desfavorable que los procesos naturales de difusión de la información similar o sustituible, descrita por Mansfield, los innovadores optarán por no proteger o revelar libremente la información, sobre todo si existen otras motivaciones que fomenten este comportamiento.

b) Cuando los beneficios de la propiedad intelectual son bajos

Suponiendo que un innovador es el único titular de alguna información relacionada con una innovación en particular, y que por alguna razón no existen sustitutos fáciles de adquirir, el innovador puede mantener en secreto la información y beneficiarse del uso interno de ésta, o puede conceder una licencia sobre el uso de su información, o puede optar por difundir libremente la información. Según los autores, si se protege legalmente la innovación por medio de patentes o *copyrights* el creador necesita mantener en secreto la innovación durante el tiempo de vigencia del título para poder gozar del monopolio temporal, lo cual es prácticamente imposible, como se vio anteriormente. En este sentido, los autores afirman que una empresa o un individuo que difunde libremente la información estarían renunciando a cualquier oportunidad de obtener un beneficio a través de la venta de licencias de uso de la propiedad intelectual.

Existen varias investigaciones sobre los incentivos de proteger la propiedad intelectual, sobre todo mediante patentes, que han encontrado que, salvo excepciones, los innovadores consideran que las patentes no son muy útiles en la

protección de la propiedad intelectual, ya sea para excluir a imitadores o para capturar rentas en la mayoría de las industria⁷ (Arora, et al., 2001). Por otra parte (Taylor & Silberston, 1973) informan que la protección de la propiedad intelectual, por medio de patentes no induce a invertir más recursos en investigación y desarrollo de lo que se realizaría sin protección. Así, para 24 de 32 empresas, solo el 5% o menos, presentaba gastos en I+D que dependían de la protección de la propiedad intelectual. (Nelson, et al., 1987), muestran en su estudio sobre 650 ejecutivos de I+D en 130 industrias diferentes que todos, excepto los que se encontraban en la industria química y farmacéutica suelen ser relativamente ineficientes en comparación con otro tipo de gestión, como el secreto industrial o las ventajas por los plazos de entrega.

Aunque los beneficios por el registro de patentes pueda no influir directamente en la investigación y el desarrollo o en la innovación de las empresas, debido a que las patentes suelen costar miles de pesos y tardar años para la obtención de la aprobación, también se ha observado que algunas empresas en el sector informático (como IBM, Microsoft, entre otras) reportan ingresos significativamente altos por la venta de licencias de uso por sus tecnologías patentadas o la información registrada con derechos de autor, como es el caso del software.

Los derechos de autor representan una forma inmediata de protección legal a bajo costo que se aplica al código del software. Así, como se explica más adelante, los autores o programadores no tienen que solicitar la protección de los derechos de autor, como se requiere para otro tipo de títulos de propiedad intelectual. En este caso, el código fuente está protegida, aunque no necesariamente la idea subyacente. Consecuentemente quienes deseen imitar la función de algún software protegido con copyright puede hacerlo escribiendo un nuevo código de software para que éste nuevo producto realice la misma función.

Este fue el caso del sistema operativo GNU/Linux, un ejemplo típico de innovación abierta que revolucionó la estructura de mercado del software en los años noventa. Los innovadores que colaboran en proyectos derivados de esta iniciativa pueden escribir programas de software que sustituyan a otro software cuyas licencias de

⁷ Los campos que son citados como excepciones incluye a la industria farmacéutica, los productos y procesos químicos donde las patentes no permiten difundir en los mercados la información técnica, primordial para las innovaciones.

uso sean costosas; que carecen de la calidad adecuada o que no realizan las tareas específicas que cierto nicho de mercado requiere.

En consecuencia, las empresas recurren a licenciamientos libres del software para superar las restricciones financieras, lo cual implica la adopción del modelo de innovación colectivo (véase figura I.2 de la introducción).

c) Cuando los incentivos para difundir información libremente son positivos

Un innovador difunde libremente información privada cuando los beneficios económicos de los derechos de propiedad intelectual existentes y potenciales se dan voluntariamente por el innovador y todas las partes interesadas pueden tener acceso a la información porque se ha convertido en un bien público no excluyente ni escaso. Aunque estas condiciones pueden ser satisfechas a bajo costo, por ejemplo publicando la información sobre la innovación en un sitio web sin publicidad, pero los potencialmente interesados deben invertir cierto tiempo o dinero para descubrirlo. Sin embargo, algunos innovadores buscan garantizar que sus ideas o información sean vistas y que la información sobre ellos mismos sea ampliamente difundida.

Un programador, por ejemplo, puede trabajar voluntariamente para eliminar todos los errores en un código para contribuir a una comunidad y tal vez también se esfuerce por documentar el código para que los potenciales adoptantes puedan entender la información libremente difundida. Sin embargo, es clara la participación creciente de nuevos programadores en las comunidades de desarrollo de software libre, así como el reconocimiento de su trabajo en blogs donde pueda difundir la información.

Motivaciones para la adopción de los modelos de innovación

(Raymond, 1999), muestra que gracias a la cooperación entre programadores de la comunidad, en el desarrollo de proyectos de software libre, se logró un código de alta calidad. Y que en esta actividad los programadores pudieron aumentar su reputación como programadores y aumentar el valor del programador en el mercado laboral, debido a las habilidades y capacidades desarrolladas al participar en el proyecto.

Cuando un innovador difunde libremente una innovación el resultado directo es aumentar el alcance y ritmo de difusión de la innovación en relación con la que tendría si dicha innovación fuese protegida. Entonces los innovadores se benefician del aumento de la difusión a través de una serie de efectos benéficos en red.

Aunado al efecto red, un innovador que revela información susceptible de ser adoptada por los demás puede convertirse rápidamente en un diseño dominante y colocarse como líder de algún proyecto abierto (como describiremos en la sección sobre los factores internos y externos de gestión del conocimiento para la innovación abierta). Además este tipo de innovación puede anticiparse al desarrollo o a la comercialización de otras versiones innovadoras tanto entre la comunidad libre como entre las empresas que protegen información. Así, ser el primero en relevar o difundir cierta innovación aumenta las posibilidades de obtener mayor experiencia y una adopción amplia de su innovación, lo que puede convertirse en una fuente permanente de ventaja competitividad para el innovador. De este modo, la estrategia de los innovadores es convertirse en el primero en difundir o revelar la innovación que los hace diferenciarse en el mercado para colocarse a la cabeza de una carrera de innovación continua y evitar llegar al mercado relativamente tarde.

Los incentivos para realizar este tipo de estrategia de colaboración y difusión, han sido ampliamente estudiados, sobre todo en los procesos de innovación del FLOSS. En primer lugar, se ha mostrado que al difundir la innovación libremente, otros pueden depurar y mejorar los módulos, beneficiando a la comunidad y a los adoptantes de dichos bienes. El código que se difunde es ampliamente reutilizable.

(Von Krogh, et al., 2005), estudiaron la reutilización del software en 15 proyectos de FLOSS, informando que la mayoría de las líneas de código de software en la mayoría de los proyectos que investigaron fueron tomadas de otros bienes informacionales de otros proyectos FLOSS y bibliotecas de software con las mismas características. Además los programadores que entrevistaron para ese estudio afirmaron que eran motivados a devolver las mejoras a aquellos innovadores cuyo código fue libremente difundido y de valor para estos últimos. Además esos programadores reportaron haber desarrollado software específico para que otros miembros de la comunidad pudieran reutilizar. Finalmente, la investigación muestra que la mayoría de los programadores disfrutaban ser parte de la comunidad debido al aprendizaje y la retroalimentación de los compañeros por ser muy eficaz. En este sentido, el compartir los valores sobre la difusión de la innovación es de gran importancia para la innovación abierta, como confirma el trabajo de (Piva, et al., 2012).

Otro aspecto importante que mencionan Von Hippel y Von Krogh (2006) es que los programadores de código que colaboran en comunidades de desarrollo de software libre también están motivados para mejorar el software para que pueda ser incorporado en las versiones estándar de otro software relacionado que se distribuye por la comunidad

por lo que pueden mantener actualizadas sus versiones sin tanto esfuerzo por parte de los innovadores y de los usuarios.

Las versiones estándar oficiales son aprobadas por un grupo que coordina el proyecto de software, llamados comunmente “core developers” o desarrolladores núcleo. Según (Von Krogh, et al., 2003), un programador debe participar identificando errores o realizar tareas útiles para la comunidad competentemente. Lo cual, después de cierto tiempo, trabajo y recursos representa un nivel de certificación o valor del trabajo de los “core developers” además de el liderazgo sobre otros desarrolladores dentro de la comunidad.

El estudio de (Piva, et al., 2012), permite identificar tres motivaciones que presentan las empresas, para relacionarse con comunidades de desarrolladores de FLOSS, que tienen que ver el uso complementario de capacidades externas para la innovación. Las motivaciones son:

a) Cuando las empresas buscan superar sus restricciones financieras.

Los autores mencionan que la interacción con la comunidad FLOSS es un sustituto para las actividades de I+D interna. La comunidad constituye un fondo común de capacidades de programación y de código de software a la cual las empresas pueden acceder a un costo que, en la mayoría de los casos, es muy baja. Asimismo, las empresas vinculadas en red con la comunidad pueden utilizar el código y las capacidades desarrolladas como insumos para desarrollar nuevos productos y servicios. La libre disponibilidad de las aportaciones de la comunidad FLOSS reduce los costos de operación de proyectos empresariales.

Por ejemplo, no se requiere realizar erogaciones considerables para el pago de los derechos de licencia de un compilador de FLOSS en el desarrollo interno de software. Del mismo modo, la asistencia de usuario a usuario con listas de distribución mantenidas por los desarrolladores de software libre reduce los costos de negociación. Para resumir, las colaboraciones entre las empresas y la comunidad FLOSS generan externalidades pecuniarias positivas.

b) Cuando las empresas buscan desarrollar capacidades internas.

Dado que la comunidad FLOSS es una red de conocimiento constituida por personas con talento y además el código de FLOSS no solo tiene que ser abierto, sino que también debe contener una declaración de autoría (encadenando a los programadores que han contribuido a la mejora y difusión de cada versión), las empresas pueden rastrear programadores brillantes o según cierto perfil requerido

por la empresa, complementando así sus capacidades internas con las habilidades individuales que absorben.

Así, las empresas pueden acceder a capital humano a través de diferentes modos de empleo, por ejemplo, mediante la contratación de un grupo de programadores, mediante la contratación de ellos como trabajadores independientes o por proyecto.

c) Cuando las empresas complementan esfuerzos internos con capacidades externas.

Si las empresas carecen de capital relacional con proveedores que les permita acceder a insumos o bienes complementarios que necesitan para beneficiarse de la innovación y, por otro lado, la falta de activos frena a las empresas a desarrollar internamente los bienes complementarios, la interacción con la comunidad FLOSS permite superar este tipo de obstáculos mediante el uso de activos o bienes que complementan los insumos suficientes para crear soluciones innovadoras, en lugar de recurrir al desarrollo interno desde cero o a los costos de obtenerlos de otras empresas.

Como se ha visto, existen motivaciones para la libre difusión de la información por parte de los agentes innovadores que muestran la existencia de un mejor comportamiento para la innovación abierta. Vale la pena señalar que el ser obediente a las licencias con la que se distribuye el FLOSS es crucial para que las empresas mantengan el vínculo con la comunidad. El cumplimiento requiere un conocimiento de las disposiciones legales variadas asociadas con las diversas licencias de FLOSS (Lerner y Tirole, 2005). El incumplimiento de las disposiciones de las licencias puede generar consecuencias negativas para el efecto red con el que se ha visto beneficiada la empresa. De esta manera, si los desarrolladores de la comunidad FLOSS prevén que una empresa puede secuestrar código FLOSS y volver el software privativo, porque no tiene conocimiento de las disposiciones de licencia FLOSS o porque quiera obtener un beneficio en ella, los programadores de software libre se muestran reacios a revelar información y contribuir con la empresa.

1.3 Gestión del conocimiento y las capacidades de innovación

Las capacidades de innovación son factores reconocidos en la literatura que permiten explicar la actividad innovadora, la cual es importante para micro, pequeñas y medianas empresas que no tienen una gran cuota de mercado asegurada. Como se revisará en el apartado 3.1 (véase cuadro 3.2) el 98% de las empresas de la industria son MiPyME, para las cuales la innovación son el motor su supervivencia y crecimiento.

En consecuencia, el crecimiento de este tipo de empresas depende de la capacidad de innovación; entendida como las competencias requeridas para innovar (Bell & Pavitt, 1995). Existen factores internos y externos que afectan a la capacidad para innovar de las empresas, y sobre todo de las empresas de servicios intensivas en conocimiento (ESIC). En el cuadro 1.1 se muestran algunos factores más importantes para realizar las actividades de innovación. Estos factores están relacionados con las capacidades para acceder, aplicar o adaptar el conocimiento y apropiarse del mismo (según la estrategia de cooperación-competencia).

Consecuentemente, el desarrollo de la capacidad de innovación en las ESIC, como es el caso de las empresas desarrolladoras de software, depende de las actividades de gestión del conocimiento, de las relaciones que permita acceder a la información y de los bienes intangibles relacionados con los requerimientos necesarios para innovar (González & García, 2011; González & Rodenes, 2007).

La gestión del conocimiento permite a los agentes tomar decisiones económicas para optimizar los beneficios económicos que pueda obtenerse de dicho activo, como las actividades requeridas para el desarrollo o creación de conocimiento; la integración o adaptación ante un ecosistema determinado; y la protección, transferencia y explotación del conocimiento.

Dado que el conocimiento es un bien intangible, se hace necesaria una gestión especial mediante procesos como el liderazgo, la confianza, la comunicación y otros aspectos que permiten la formación de redes de cooperación y estructuras de generación del conocimiento, remuneraciones, motivaciones para los procesos de gestión, etcétera, los cuales se han englobado en los términos que conforman el capital intelectual.

El capital intelectual es parte del valor de una Empresa de Servicio Intensiva en Conocimiento (ESIC), resultado de combinar los recursos y las capacidades basadas en conocimiento (ver cuadro 1.1). Estos factores, al ponerse en acción muestran la estrategia tecnológica en la que se combinan el capital físico o tangible y el intelectual o intangible para producir bienes y servicios diferenciados, con el fin de generar ventajas competitivas o competencias en el mercado. El capital intelectual, que representa el conocimiento técnico o especializado del personal (*Capital Humano*); la experiencia y rutinas de la organización (*Capital Estructural*); y la información que otorgan los clientes, la competencia y sus proveedores (*Capital Relacional*) es primordial para la innovación en las ESIC.

El capital humano es un activo que refleja las capacidades de conocimiento, habilidades y competencias que tiene el personal de las ESIC, para generar nuevos conocimientos útiles para la misión de la iniciativa empresarial. Los estudios empíricos han mostrado que las empresas que desarrollan su capital humano son más propensas a convertirse en una organización inteligente, que aprende y puede adaptarse para sobrevivir y crecer de forma competitiva.

El Capital estructural se refiere a las rutinas y hábitos que tiene la empresa para transformar la información que fluye dentro de su organización para generar nuevo conocimiento, nuevas rutinas, nuevos procesos y cambios organizativos para mejorar el desempeño de las actividades empresariales. Lo cual también genera un valor distintivo de las ESIC innovadoras.

El Capital Relacional se refiere al valor del conjunto de conocimientos y de información que la ESIC incorpora del exterior, gracias a las relaciones o vínculos que mantiene con otros agentes del mercado (proveedores y usuarios), de la industria (*out sourcing*) o de la sociedad (comunidad de desarrolladores). La capacidad de producir bienes y servicios diferenciados de calidad para incrementar su presencia en el mercado y sostener el potencial para generar nuevos clientes y vínculos en el futuro son cuestiones clave para el éxito de las ESIC. De esta manera, la inserción en la cadena de valor de alguna industria, la relación y alianzas que mantenga con proveedores, clientes y competidores representará un aspecto importante en el valor de la empresa (Mcadam, 2002).

Cuadro 1.1 Factores internos y externos del capital intelectual determinantes de la capacidad de innovación.

Gestión de los recursos externos	Capital Relacional:
	Relaciones y vínculos con agentes.
	Coordinación y Gobernabilidad. Relaciones de liderazgo
	Sistemas de comunicación:
	Tipo de interfaz
Gestión de los recursos internos	Motivación para revelar la información
	Capital Humano:
	Conocimiento inicial: Nivel de formación del personal ocupado
	Asimilación de nuevo conocimiento: Capacitación y certificación
	Capital Estructural:
Organización interna para la búsqueda y generación de conocimiento: I+D	
Propiedad intelectual	

Fuente: elaboración con base en (González & García, 2011; González & Rodenes, 2007)

En este trabajo se relacionan las medidas del análisis de redes, descritas en el apartado metodológico, con las categorías de interfaces aportado por (Sampedro, 2011). Esta síntesis permite mejorar la descripción de la complejidad, estabilidad, intensidad y formalidad de la relación entre dos agentes a través de la cual fluye diferentes tipos de información útil para generar conocimiento.

Sampedro utiliza este concepto de interfaz analizar seis empresas de la industria de Software, clasificándolas según el tipo de interfaces que se establece entre los agentes y su impacto en el aprendizaje; la generación de capacidades y en la innovación. El autor parte del argumento de que la interface entre proveedores y usuarios es un mecanismo primordial para gestionar el conocimiento externo a fin de desarrollar capacidades de innovación; e innovar.

Dado que tanto proveedores como usuarios poseen información y conocimiento crucial para el proceso de innovación, la vinculación y el tipo de interface de comunicación que se genere serán cruciales para el aprendizaje por interacción.

Las categorías retomadas del trabajo de (Sampedro, 2011), complementado con los indicadores del al análisis se describen en el cuadro 1.2. Conjuntando los distintos indicadores sobre el grado de vinculación mediante el análisis de redes, aunado a la información que ofrecen las empresas, se han identificado las categorías de la interfaz que establece la empresa para intercambiar información entre los principales agentes.

Siguiendo el aporte de Sampedro, que se concentra en las relaciones entre las empresas; los proveedores y usuarios, la complejidad de la interacción entre los principales agentes involucrados (proveedores y usuarios de la ESIC) se determina con base en los intercambios de información en cada proceso de innovación.

Una interacción simple se suele dar cuando la interacción solo se establece para la instalación de un software que requiere pequeñas modificaciones o adaptaciones según el cliente, de modo que se trata de una interacción enfocada al proceso de compra-venta de las innovaciones.

La interacción compleja se da cuando la actividad consiste en mayores adaptaciones o escalamientos de algún producto o servicio de software, lo que implica (además de la adaptación), la capacitación a los usuarios. El intercambio de información documentada, las principales actividades se enfocan al análisis, diseño y desarrollo de un nuevo software, por lo que la implementación e instalación del producto requiere manuales o documentos para que se instale en las áreas de la empresa usuaria que así lo requiera.

Cuadro 1.2 Características de las interfaces

Factor de clasificación	Categoría	Característica
Complejidad. Según el grado de difusión de la información	Simple	Información redundante. Conocimiento ampliamente difundido. La relación implica relación compra-venta y poca adaptabilidad
	Compleja	Conocimiento de propósito general y específico. El proyecto implica diseño, desarrollo, pruebas y capacitación.
	Documentada	Cuanto el conocimiento está sistematizado en manuales, diagramas, documentos, etcétera.
	No codificada	Conocimiento específico, generalmente tácito, que se encuentra incorporado en los agentes y no han sido sistematizados
Estabilidad. Según el grado de estandarización de las tecnologías.	Baja	Cuando las tecnologías de software tienen un bajo nivel de estandarización y no son ampliamente difundidas
	Media	Cuando las tecnologías tienen un bajo nivel de estandarización pero son difundidas
	Alta	Cuando las tecnologías estandarizadas y muy difundidas entre los agentes.
Intensidad. Según el tiempo en que se establece la interacción	Baja	Interacción débil o de corta duración (días o semanas), generalmente implica la adaptabilidad de software
	Media	Interacción intensa pero de corta duración (semanas o meses)
	Alta	Interacción fuerte que implica actividad de análisis y diseño, capacitación y servicios pos venta, que duran meses o años
Formalidad. Según el tipo de transacción de la información	Informal	Cuando no se cuenta con algún contrato. Ésta es característica de la <i>crowd sourcing innovation</i>
	Formal	Cuando existe un contrato de colaboración o se acepta algún término de licencia en la transferencia de la información.

Fuente: Elaboración con base en (Sampedro, 2011)

Finalmente, la vinculación con información no codificada describe las relaciones que se establecen entre la empresa desarrolladora de software y universidades, centros de investigación, áreas de capacitación, y otras relaciones asociadas, sobre todo a la formación de recursos humanos y a la difusión o fomento de la industria.

La interacción entre las empresas y comunidades de desarrollo de FLOSS puede ubicarse dentro de la interfaz documentada y la no codificada, ya que existen actividades asociadas al desarrollo de nuevos algoritmos de programación o nuevos códigos o mejoras a distintos módulos del software, al escalamiento, a la capacitación y a la difusión de las oportunidades del FLOSS para las empresas o para los programadores.

En cuanto a la estabilidad de la tecnología, entendida ésta como el know how, se identifica el grado de estandarización del software que se utiliza para el desarrollo de la innovación. La estabilidad es considerada alta cuando el software que sirve de base es estable y ampliamente difundido; es considerada medianamente estable cuando se tiene cierto nivel de estabilidad pero son poco difundidas. La estabilidad baja se refiere al uso de tecnologías de software que son poco estables y no son ampliamente difundidas.

1.4 Instituciones y propiedad intelectual.

Según (North, 1993) las instituciones son las reglas del juego que proveen tanto costos bajos para la aplicación de los derechos de propiedad como los incentivos para las decisiones económicas eficientes. En este sentido, la propiedad es central para el desarrollo de mercados y para el funcionamiento del capitalismo. Bajo esta perspectiva, en la que se funda el neoliberalismo económico con el objetivo de obtener los beneficios de la apertura de mercados, se establecen reglas y disciplinas claras que darían certidumbre a las operaciones de comercio internacional.

Este cambio institucional buscaba abrir la posibilidad de recurrir a mecanismos internacionales de solución de diferencias cuando los derechos del país fuesen violentados.

México ingresó al GATT en 1986 y con ello aceptó estandarizar su marco legal para garantizar bajos costos institucionales. Las negociaciones sobre los derechos de propiedad intelectual se incorporaron a las negociaciones multilaterales durante la Ronda de Uruguay, que en 1994 dieron nacimiento a la Organización Mundial del Comercio (OMC), mediante los Acuerdos sobre los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC). A partir de entonces se realizaron suscripciones de tratados multilaterales tales como los Convenios de París, Berna, los dos tratados de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y la Unión Internacional para la protección de las obtenciones vegetales (UPOV), acelerando el proceso de incorporación de regulaciones elaboradas principalmente en países desarrollados.

Aunque inicialmente el grado de apertura económica y las leyes de propiedad intelectual (PI) dependían del contexto económico de cada país, en las últimas décadas se ha avanzado en un proceso de homogenización a través de convenios y tratados liderados por los países desarrollados, especialmente por Estados Unidos, en condiciones asimétricas de negociación.

México y otros países en desarrollo se adhirieron a los acuerdos multilaterales en materia de comercio internacional, derechos de propiedad intelectual, compras públicas y otras materias de alta relevancia para las economías, con el propósito de consolidar; diversificar y aumentar sus exportaciones al mundo. También lo hicieron con la expectativa de incrementar la entrada de inversiones extranjeras directas.

Dado que la competencia en los mercados internacionales amenazaba con erosionar rápidamente el liderazgo tecnológico, no sólo de EEUU sino también de algunos países de Europa y Asia, fue necesario establecer un marco legal a nivel global. El auge

competitivo que orilló a la internacionalización de las instituciones se debió al crecimiento de los países emergentes, los llamados tigres asiáticos, los cuales han incrementado su capacidad y velocidad de aprendizaje tecnológico mediante la imitación y la ingeniería inversa. Así el interés por fortalecer la propiedad intelectual, nace de las intenciones de protección no comercial para las industrias avanzadas, sobre todo las que surgieron en la época de posguerra en los países desarrollados, como Estados Unidos (Mowery, 1999).

Con el discurso sobre los DPI, los instrumentos de protección han dejado de ser un asunto técnico económico, para centrarse en el debate político y ético por sus consecuencias irreversibles en la profundización de la desigualdad entre países desarrollados y en desarrollo. En el discurso, el desarrollo de los mercados propiciado por los ADPIC se habría de traducir en un “mayor bienestar” para los países. Entre los beneficios se encuentra: la generación de externalidades como consecuencia de las transferencias tecnológicas inducidas por la “armonización” de los derechos de propiedad; la ausencia de leyes que constituyan barreras no tarifarias para el comercio, impidiendo el flujo de importaciones de mayor contenido tecnológico hacia ese país (OMC, 2014).

Los países en desarrollo firmaron los contratos de adhesión por mantener relaciones comerciales, como se ha dicho, renunciando a su autonomía para controlar sus propios recursos, pues por una parte, los acuerdos restringen la soberanía al liberalizar los regímenes de protección del conocimiento y además se endurecen las leyes de derecho de propiedad intelectual haciendo. Así, los ADPIC se describen como uno de los tres pilares de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

Los ADPIC suponen, por primera vez en la historia, la regulación de la propiedad intelectual explícita y específicamente para la comercialización. Este cambio cualitativo y radical, internacionaliza los intereses de los países de la OCDE y en especial de EEUU para disminuir los costos institucionales de las multinacionales cuya producción está centrada en las nuevas disciplinas científico-tecnológicas, como biotecnología, nanotecnología, informática y telemática (OMC, 2014).

Dado que los tratados internacionales se ubican jerárquicamente por encima de las leyes, y en un segundo plano respecto de la constitución federal, y las leyes y normas que de ésta se deriven, la pérdida de la soberanía en materia de propiedad intelectual en México no se ha detenido con los ADPIC. Sin embargo algunos impactos de los recientes tratados se han modulado, en cierta forma, por grupos sociales en México, a favor de leyes de propiedad intelectual que permitan el desarrollo económico y

tecnológico del país, así como la libre expresión y la difusión del conocimiento a través de los servicios de información digital.

Por otro lado, la exigencia de ampliar el período de vigencia de las patentes y el periodo actual de vigencia de los derechos de autor (cien años después de la muerte del autor; léase programador en el caso del derecho de autor sobre el software), es un obstáculo para el cambio tecnológico interno de los países en desarrollos.

Si seguimos el argumento de Pérez (2204), los ADPIC se traducen en un obstáculo para acceder a la ventana de oportunidad para el aprendizaje en la fase de madurez de los productos de conocimiento. De esta manera, el acceso al conocimiento de forma legítima y legal, bajo otros esquemas de propiedad intelectual, como ejemplifica el FLOSS, presenta una oportunidad para el aprendizaje y el desarrollo de capacidades internas a bajo costo.

Sin embargo, México aún no ha aprovechado el potencial que representa el FLOSS (véase la Figura 1.2), en esta materia. En efecto, la tasa de piratería en 1998 para México, Brasil y España (países que han optado por el uso de FLOSS), se encontraban en 59, 61 y 57 por ciento, respectivamente; la tasa de piratería que presentaron en 2011 había bajado más en Brasil (a 53%) y en España (44%), mientras que en México llegó a 57%. Los aumentos en la tasa de piratería coinciden con las crisis más recientes: en 2009 y en 2001, por lo que se deduce que las restricciones financieras provoca la búsqueda de reducir el gasto por pago de licenciamiento de software.

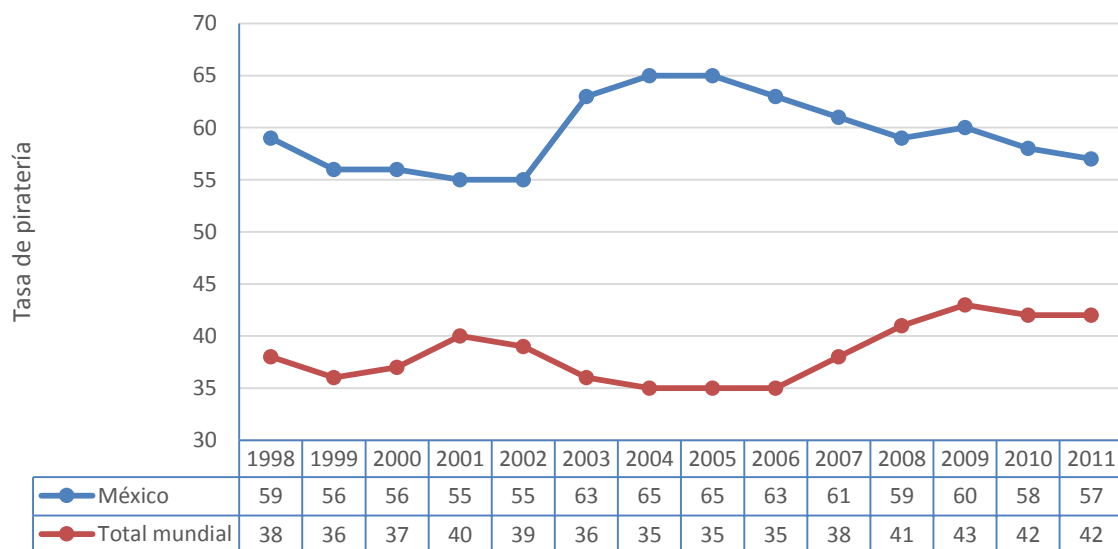
Ante el reconocimiento de las implicaciones sobre propiedad intelectual y los argumentos internacionales de protección para evitar piratería y falsificación, en 2011, iniciaron movimientos ciudadanos para impedir mermar aún más la soberanía en esta materia. En efecto, tras la firma de México en Japón, del Acuerdo Comercial Antifalsificación (ACTA por sus siglas en inglés), aunada a la iniciativa de reforma a la ley de derechos de autor⁸, se dieron movimientos sociales de protesta, que se sumaban a los movimientos sociales en otros países para detener la ley SOPA (Ley contra la piratería en internet, Stop Online Piracy Act). Estas leyes permiten que los proveedores de internet revelen a las autoridades información de aquellos usuarios que violen los derechos de autor para mejorar la protección de la propiedad intelectual en Internet. Por esta razón, los movimientos Internet para todos; STOP SOPA, difundían el beneficio

⁸ La iniciativa de reforma, nombrada por la comunidad mexicana como la Ley Döring, se realizó en diciembre de 2011 por el senador Federico Döring Casar (PAN).

social del licenciamiento libre del software, como un medio para garantizar la difusión del conocimiento, la libertad de expresión, garantizar la seguridad de datos y la seguridad informática, para lo cual se argumenta que los usuarios deben tener la libertad de acceder, estudiar los códigos fuentes (Sánchez, 2012).

Dentro del contexto global, las instituciones permiten que las empresas líderes accedan a beneficios extraordinarios, que los autores han llamado rentas globales. Éstas se generan debido al diferencial de capacidades tecnológicas y productivas de las empresas que compiten a nivel global en países con cierta dotación de factores, bajo estructuras de *cadena global de valor* (Kaplinsky, 2004).

Figura 1.2 1998-2011 Tasa de piratería en el software en México y el Total Mundial.



Fuente: 1998-2002. BSA. Business Software Alliance. Eight Annual BSA Global Software. Piracy Studio, June 2003.

2003, BSA-IDC. Primer Estudio Anual Mundial de Piratería de Software, Julio de 2004.

2004, BSA-IDC. Segundo Estudio Anual Mundial de Piratería de Software de BSA e IDC, Mayo de 2005.

2005, BSA-IDC. Tercer Estudio Anual Mundial de Piratería de Software de BSA e IDC, Mayo de 2006.

2006, BSA-IDC. Cuarto Estudio Anual Mundial de Piratería de Software de BSA e IDC, Mayo de 2007.

2007, BSA-IDC. Quinto Estudio Anual Mundial de Piratería de Software de BSA e IDC, Mayo de 2008.

2008, BSA-IDC. Sexto Estudio Anual Mundial de Piratería de Software de BSA e IDC, Mayo de 2009.

2009, BSA-IDC. Séptimo Estudio Anual Mundial de Piratería de Software de BSA e IDC, Mayo de 2010.

2010, BSA-IDC. Octavo Estudio Anual de la BSA sobre Piratería de Software Global de 2010, Mayo de 2011.

2011, BSA. Mercado Oculto. Estudio de Piratería Mundial de Software de BSA de 2011. Mayo 2012.

Por otro lado, según (Rivera, 2007), las empresas de países en desarrollo menos dinámicos generalmente tienen acceso a rentas más elementales, las rentas nacionales, obtenidas por el procesamiento de recursos naturales o por un gran ejército de reserva laboral en el país. Esto provoca una inserción de las empresas de países en desarrollo, mediante actividades subordinadas, a alguna cadena global, lideradas por empresas de países desarrollados ubicadas en el espacio geográfico nacional mediante como grandes empresas transnacionales (véase capítulo 3 de la presente investigación).

Sin embargo, como afirman los autores, los países en desarrollo pueden aprovechar la integración global de la competencia para iniciar procesos de coordinación que permitan a las empresas avanzar en una estrategia que potencie el aprendizaje y la innovación, lo que posibilite la obtención gradual de rentas económicas más competitivas (véase cuadro 1.3). Así, las empresas de los países en desarrollo pueden construir una estrategia a partir de sus recursos abundantes y el acceso a la información difundida libremente a nivel global, para construir eslabonamientos productivos hacia actividades de mayor valor agregado que incorporen capital cognitivo. Esta *upgrading* requiere la participación colectiva de la sociedad; mejorar la capacidad organizacional para generar capacidades de aprendizaje, y con ello obtener *rentas de aprendizaje* (Rivera, 2007; Rivera, et al., 2010).

Aunque la teoría sugiere que la difusión de una tecnología nulifica la obtención de beneficios extraordinarios de un determinado producto que se ha convertido en un *commodity* (Pérez, 2001), en los países en desarrollo se pueden integrar tres elementos para hacer de los *commodities*, bienes generadores de rentas diferenciales.

En primer lugar se trata de la capacidad de asimilar una tecnología cuando ésta ha adquirido una difusión internacional (Pérez, 2004). En segundo lugar se trata de obtener ventajas comparativas mediante menores costos basados en mejoras o innovaciones de organización (Gereffi, 1999; Kaplinsky, 2004). En tercer lugar, se trata de la obtención de ventajas debida a menores costos salariales acompañadas de una reducción de los diferenciales de productividad (Rivera, 2007).

La nueva fase del capitalismo informático presenta una *ventana de oportunidad* para que las empresas puedan intensificar sus esfuerzos de innovación y *upgrading*, como lo han realizado las empresas de los países de reciente industrialización. Sin embargo esto implica el desarrollo de capacidades de aprendizaje, que se traduzcan en capacidades tecnológicas, es decir en habilidades para hacer un uso efectivo del conocimiento aprendido.

Cuadro 1.3 Tipos de rentas económicas según fuente y espacio.

Fuentes		Espacio	Tipos
Tecnológica		Nacionales (N) Producidas y realizadas por empresas nacionales dentro de los mercados internos nacionales, a partir de una o varias fuentes nacionales. Se constituyen en función de la estructura nacional de precios.	<i>N1</i> : Renta tecnológica Clásica (en Marx y Schumpeter)
Territorial	Renta de Suelo		<i>N2</i> : Renta del suelo (en Ricardo y Marx)
	Infraestructura nacional		<i>N3</i> : Rentas oligopólicas clásicas (en Bain, Labini)
Transferencia estatal	Proteccionismo		<i>N4</i> : Rentas de monopolios naturales de infraestructura básicas (en Marshall)
	Financiamiento		<i>N5</i> : Rentas por apoyo estatal.
Diferenciales nacional/internacional	Productividad	Internacionales (I) Obtenidas internacionalmente por las empresas nacionales a partir de traslado de las fuentes nacionales al mercado internacional. Implica la interrelación entre la estructura nacional de precios o costos ante sus equivalentes internacionales.	<i>I1</i> : Rentas tecnológicas internacionales (renta clásica de líder tecnológico mundial en el mercado internacional)
	Precios/costos		<i>I2</i> : Renta territorial internacional del suelo y control de redes de infraestructura.
	Condiciones estatales		<i>I3</i> : Renta Internacional por transferencia/apoyo estatal
	Condiciones naturales		<i>I4</i> : Rentas de aprendizaje en industrias maduras propia de países de bajos costos laborales y productividad relativamente alta (bajo costo laboral unitario)
Propiedad/control de tecnologías centrales y de frontera(TIC)		Globales (G) Obtenidas por una firma líder de cadenas productivas globales que integran capacidades nacionales dispersas	<i>G1</i> : Rentas tecnológicas relacionada con el liderazgo industrial a nivel global apoyado en tecnologías de frontera (cadena dirigida por el productor)
Liderazgo y gobernabilidad de la cadena productiva	Capacidad global de coordinación productiva		<i>G2</i> : Rentas de Organización, coordinación de capacidades nacionales dispersas para producción y distribución.
	Logística global		<i>G2a</i> : control de redes
	Control de canales globales de comercialización		<i>G2b</i> : Capacidad logística, conexión de mercados, economías de distribución
	Superioridad por fundamento institucional nacional		<i>G2c</i> : Marcas globales (cadena dirigida por el comprador)
Universidades, Investigación y Desarrollo, Regulación Nacional.			<i>G3</i> : Rentas de control territorial basadas en recursos naturales e infraestructura básica dentro de la estructura de cadena global para insertarse en ella (tercer tipo de cadena).

Fuente: Adaptación de (Dabat, et al., 2007)

En este proceso de desarrollo industrial hacia actividades de mayor valor agregado, las empresas pueden obtener rentas tecnológicas globales (Dabat, et al., 2007).

No obstante, como afirman (Rivera, et al., 2010), la calidad y cantidad del aprendizaje social, organizacional y territorial no solo depende de las capacidades internas de las empresas y del ambiente; sino del ecosistema en su totalidad (Lundvall, 1992).

El ecosistema de Software (que se describe en el capítulo tercero), combina fuerzas locales y globales cuya interacción define una trayectoria que es dependiente de su origen (path dependence). El ecosistema cobra importancia en el ciclo de vida de las empresas debido a los *spillovers* (ciertas derramas o externalidades positivas de conocimiento) que pueden promover el aprendizaje y la absorción de conocimiento para complementar los esfuerzos internos de las empresas.

Siguiendo a los autores, si los *spillovers* no se dan, y por lo tanto, el proceso de *upgrading* se retarda, provocando que los agentes externos, es decir, las empresas transnacionales, sean los que aprovechen los niveles de competitividad alimentados de una transferencia de los beneficios, la industria, aunque nacional, estaría liderada por empresas globales de software privativo como *Microsoft*, *Oracle*, entre otras grandes empresas que se vinculan con empresas nacionales generando desbordamientos controlados hasta cierto grado, provocando dependencia tecnológica.

La clave que se propone en esta investigación, luego del análisis de la evidencia empírica es que al promover institucionalmente, un sistema de innovación colectivo, se promueven los desbordamientos de conocimiento, se favorece el aprendizaje y se impulsa a la innovación. Pero para ello se debe provocar la vinculación virtuosa entre los agentes involucrados en el sistema glocal de la industria modificando los incentivos hacia la vinculación, lo cual implica la modificación del marco legal en relación con los derechos de la propiedad sobre bienes informacionales que se favorezca los *spillovers*, y el *upgrading* (véase la figura 3.5 en el tercer capítulo).

Instituciones y Propiedad Intelectual del Software.

El software es bien informacional, de modo que se caracteriza por la no rivalidad, la no exclusión y la no escasez. Dada la naturaleza intensiva en información del software y los bajos costos de reproducción sin pérdida de calidad, la explotación por parte de una serie de agentes, no degrada la calidad; la difusión no excluye al propietario inicial de los derechos de

propiedad, es decir del uso y usufructo de dicha información aún después de que el primer propietario “expropie” el bien; y no es escaso dado que la información, se puede acumular.

Los tipos de titularidad con los que se protege la propiedad intelectual de la industria de software ha cambiado sobre todo en EEUU (véase el segundo capítulo).

Con el surgimiento mercantil del software de código cerrado (o privativo), se estableció institucionalmente que se protegería mediante derechos de autor. Posteriormente, al copyright se le unieron tres recursos legales: 1) el secreto industrial y comercial, 2) la marca y, derivado del copyright, 3) los acuerdos de licencia de usuario final.

Las patentes de Software son derechos de exclusividad sobre la explotación, uso y protección de programas informáticos (también llamada intervención implementada por ordenador), que aplica, sobre todo en el llamado software embebido⁹. Este tipo de protección intelectual se utiliza sobre todo en Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea y tienen una vigencia de 20 años. Los algoritmos de un programa informático (y no las instrucciones expresadas en cierto lenguaje de programación, en el código fuente de un software específico) pueden ser susceptibles de protección intelectual por medio de patentes. Sobre todo, como aclara la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, 2006), las invenciones informáticas que tienen un carácter técnico.

Existe una tendencia, por parte de algunas empresas transnacionales de software a buscar la aprobación de la Ley de Patentes para el software, tema que aún hoy permanece en debate. Al respecto (Guadamuz, 2006) afirma que la dificultad en la protección de elementos no literales de software, es decir de las ideas, ha creado la necesidad de la patentabilidad del software, ya que las patentes protegen los aspectos funcionales de las obras, en la que se encuentra contenida la idea del inventor, y si ésta idea cumple con los requisitos para ser patentable (constituida por una materia patentable - el equipo en que se encuentre el software embebido-, susceptible de aplicación industrial, nueva y que implique una actividad inventiva), entonces se puede otorgar la protección al creador por medio de una patente¹⁰.

⁹ Véase la definición en el apartado 2.4, del capítulo 2, para cada tipo de Software.

¹⁰ Es importante mencionar que las patentes de software no cubren la implementación de las ideas en sí, debido a que dicha implementación mediante un lenguaje de programación está amparada por derechos de autor (copyright). Lo que es patentable es la idea o el procedimiento lógico subyacente a la implementación (OMPI, 2008).

Secreto Industrial y comercial

Los secretos industriales y comerciales intentan ocultar información que no quiere darse a conocer y principalmente es utilizada por los laboratorios o por los departamentos de I+D en la fabricación de productos cruciales para el mercado. En el Software se equipara a no entregar los códigos fuente sino entregar los archivos ejecutables después de compilarlos. Esto ha impulsado la existencia de un proceso llamado ingeniería inversa, también llamada cracking, en el que a partir de los archivos binarios se reproduce el código fuente. Esta práctica es ilegal en algunos países, pero aceptada en otros.

Derecho de Autor sobre el Software

Al margen del debate sobre las patentes del software, que sigue vigente, el software es protegido mediante los derechos de autor. Como ya se mencionó, la ley de propiedad intelectual que protege los derechos de autor, se encuentra en el convenio de Berna de 1886. Los derechos de autor se dividen en dos categorías: morales y patrimoniales. Los derechos morales de autor son aquellos a los cuales ningún artista puede renunciar o ceder bajo ninguna circunstancia porque el autor es el único, primigenio y perpetuo titular de la obra que ha creado (INDAUTOR, 2014), como por ejemplo la autoría sobre la obra o el derecho que tiene de divulgarla.

Los derechos patrimoniales, por su parte, se refieren al contenido económico y a la explotación de las obras. Así, el autor tiene derecho de explotar de manera exclusiva su obra o de autorizar a otros su explotación, en cualquier forma. Estos derechos pueden ser transmitidos o ser objeto de licencias de uso, exclusivas o no exclusivas. Por ejemplo, el derecho a que la obra sea comunicada públicamente o el derecho a que sea transformada. De esta manera, cuando un autor crea su producto o lo registra, tiene el derecho moral de la autoría o el copyright, respectivamente.

Licencias de software

Las licencias son una manera en que se concede el derecho patrimonial de un bien informacional, respetando el derecho moral de los primeros autores. El Software privativo¹¹ busca proteger la información relacionada con las innovaciones con base en los derechos de copia sobre cierto tipo de software (software como producto: aplicación, herramienta,

¹¹ Aquel que impide el acceso al código fuente, otorgando únicamente los archivos ejecutables que se encuentran en lenguaje binario.

infraestructura, véase el apartado 2.4), otorgando una licencia de sólo uso al cliente y el derecho de realizar una copia de seguridad, la cual no puede ser expropiada de forma alguna, porque de lo contrario se considera piratería. Éste tipo de licencias sólo otorga la libertad de ejecución de software, pero priva al usuario del acceso al código fuente, por lo tanto al estudio, modificación y redistribución de las modificaciones del mismo.

El Software Libre está licenciado para garantizar la libertad bajo una forma especial de licenciamiento que provee una red segura para la filosofía subyacente a los desarrolladores y usuarios de Software.

El Software de Fuente Abierta está relacionado con otras licencias que pueden ajustarse a las cuatro libertades, pero pueden diferir en términos de lo que otras formas de software se pueden añadir a la misma.

Cuadro 1.4 Proporción del uso de licenciamiento en proyectos de Software Libre y de Fuente Abierta en 2014

Ranking	Licencia / versión	Proporción de proyectos (%)
1	GNU General Public License (GPL) / 2.0	24.81
2	MIT License	22.03
3	Apache License / 2.0	15.88
4	GNU General Public License (GPL) / 3.0	9.24
5	BSD License / 2.0 (3-clause, New or Revised) License	6.04
6	Artistic License (Perl)	4.45
7	GNU Lesser General Public License (LGPL) / 2.1	4.36
8	GNU Lesser General Public License (LGPL) / 3.0	2.13
9	Microsoft Public License	1.71
10	Eclipse Public License (EPL)	1.67
11	Code Project Open License / 1.02	1.57
12	Mozilla Public License (MPL) / 1.1	0.74
13	Simplified BSD License (BSD)	0.74
14	Common Development and Distribution License (CDDL)	< 0.5
15	GNU Affero General Public License / v3 or later	< 0.5
16	Microsoft Reciprocal License	< 0.5
17	Sun GPL With Classpath Exception / v2.0	< 0.5
18	CDDL-1.1	< 0.5
19	Zlib/libpng License	< 0.5
20	Common Public License (CPL)	< 0.5

Fuente: Open Source Resource Center.

<http://osrc.blackducksoftware.com/resources/data/top-20-open-source-licenses> [Consultada el 15/01/16]

Para protegerse de la violación de licencias sobre los DPI, las empresas transnacionales de software crearon la *Business Software Alliance*, que busca identificar el software “pirata”, y ha influido en varios países para crear leyes que exijan a las empresas incluir las licencias y ciertos mecanismos para negar el uso ilegal de bienes informáticos, como el software.

Para mantener los derechos que otorga el software libre¹² o de fuente abierta (*Free/Libre and Open Source Software*), existen varios tipos de licenciamiento que reconocidos mundialmente (Dávila, 2009; FSF, 2015; OSI, 2010; UNCTAD, 2012), algunas de las cuales se mencionan en el Cuadro 1.4, y se describen a continuación por la relevancia de su uso.

De acuerdo con el *Centro de Recursos Open Source*, a partir de abril de 2012, las licencias GNU (GPL; LGPL, AGPL en sus distintas versiones), representaron, en conjunto, casi la mitad de los 540.000 proyectos de código abierto conocidos. Sin embargo, este porcentaje es considerablemente menor que el 70 por ciento observado a mediados de 2008. Mientras tanto, las licencias menos restrictivas, como el MIT, BSD, Apache y Mozilla, han aumentado y ahora representan alrededor de una cuarta parte de todos los proyectos conocidos.

Licencias BSD

La licencia *Berkeley Software Distribution* (BSD) es una de las primeras en surgir para el Unix que utilizaba y difundía la Universidad de Berkeley. Ésta permite la redistribución del software, tanto de manera binaria como de su código fuente, dando el crédito a los creadores. El origen de esta licencia estuvo influido por la actividad de los países desarrollados, que invirtieron los impuestos de los ciudadanos en costosas inversiones en investigación y desarrollo públicos, casi siempre ejecutados por universidades, por lo cual pretendían que los beneficios se extendieran a la comunidad.

Licencia Pública General de GNU (GPL)

Esta licencia también se es llamada copyleft como una ironía frente al copyright (all rights reserved) para convertirlo en all rights reversed. Esta licencia permite la distribución de los archivos binarios pero obliga a distribuir conjuntamente el código fuente; permite modificarlos sin restricciones y solo es posible integrarlo con otra licencia GPL, prohíbe cambiar el tipo de licenciamiento de las versiones futuras, para evitar que el software se vuelva privativo. Así, las modificaciones no se pueden liberar si no se maximizan las libertades de los usuarios. Según Dávila (2009) la licencia GPL contempla a las patentes de software, exigiendo que si el código representa algoritmos patentados o se concede una licencia para el uso de la patente o no se puede distribuir bajo esta licencia.

¹² Aquel que permite la libertad de ejecutar, estudiar, modificar y compartir el código fuente además de los archivos ejecutables.

Licencia Pública General Menor de GNU (LGPL)

La Library or Lesser General Public License inicialmente fue aplicada para proteger las librerías de los programas, pero con el tiempo cambió el significado de la L (de Library) a menor (lesser) porque permite el uso de programas libres con programas privativos como se hace con Mozilla u Open Office para que puedan ser utilizados en otros sistemas operativos.

Licencia Pública General GNU Affero (AGPL)

La licencia pública general de Affero es una licencia copyleft creada en 2002 derivada de la Licencia Pública General de GNU (GPL) diseñada para asegurar la cooperación con la comunidad en el caso de software que corra en servidores de red. Así se añade una cláusula en la que se agrega la obligación de distribuir el software si éste se ejecuta para ofrecer *servicios de software* (SaaS) a través de una red de ordenadores.

Esta licencia fue diseñada para evitar la evasión de los derechos que permite el Software libre, por parte de los proveedores de aplicaciones de software, aún con la licencia GPL ordinaria, dado que ésta no obligaba la distribución del código fuente cuando el software licenciado con GPL fuese usado para dar un servicio mediante él, como aplicaciones web.

Licencia de Documentación Libre GFDL

La licencia de documentación libre GFDL (GNU Free Documentation license) se utiliza en la documentación de los programas, principalmente para manuales, materiales de referencia, libros y otras publicaciones que acompañaran al software GNU, aunque puede ser utilizada en cualquier trabajo de texto, a fin de evitar tergiversar las ideas u opiniones del autor y poder identificar a dicho autor y que éste fuese identificable. Esta licencia tiene ciertos requerimientos en cuanto a su esquema de diseño, secciones, lista de autores originales y quienes hayan modificado el documento, agradecimientos, dedicatorias e historia de las ediciones.

Massachusetts Institute of Technology (MIT) y Apache Licenses

Estas se consideran licencias más permisivas, ya que permiten que el código fuente sea incorporado en el software privativo bajo ciertas condiciones. Por ejemplo, los permisos de la licencia MIT reutilizan el software privativo y todas las copias del software con licencia incluyen una copia de los términos de la licencia MIT. Sin embargo el software privativo conserva su naturaleza privada aunque incorpore software con licencia MIT.

Conclusiones

Los cambios en los procesos de innovación coinciden con la necesidad de establecer relaciones de cooperación, incluso entre agentes con poder económico desigual, ante un contexto de acuerdos multilaterales que implica la imposición de normas, entidades emergentes y bases heterogéneas culturales y políticas. Esta transformación de las relaciones económicas se debe tanto a la importancia del aprendizaje y adaptación de los agentes ante la globalización económica, el desarrollo de las TIC, y los cambios institucionales (liberalización del comercio internacional, aumento de los flujos y desregulación del capital).

La cooperación (con distinto grado de vinculación) basada en la reciprocidad, ha evolucionado para establecer vínculos, tanto entre agentes económicamente egoístas como entre agentes altruistas, siempre y cuando exista la perspectiva de la obtención de algún beneficio a largo plazo. La principal motivación económica de la cooperación, detectada en la literatura, es la obtención de rentas económicas diferenciales. Una estrategia empresarial colectiva, combina la reducción de costos durante el ciclo del producto, el acceso a capacidades externas complementarias que provienen tanto de agentes económicos como de redes globales productoras de conocimiento.

En cuanto a los cambios organizacionales que se observan, las Redes Globales de Producción, como concepto complementario a las Cadenas Globales de Valor, permite analizar la estructura de las relaciones que se forman entre empresas, así como la difusión de conocimiento y el liderazgo o poder de una o más empresas. El uso de las Redes Globales de Producción permite identificar relaciones estratégicas de cooperación y comercio intra e inter industria porque la red no tiene una estructura rígida como la cadena de valor, lo que representa una oportunidad para modificar en el mediano o largo plazo, los impactos distributivos y estructurales de la globalización.

A partir de la innovación abierta, pero sobre todo gracias a la colaboración, se acelera el proceso de aprendizaje, el desarrollo de capacidades e innovación y se reducen riesgos y costos al mismo tiempo que se abren posibilidades para la explotación comercial del conocimiento en nuevos nichos de mercado. Sin embargo, como se ha identificado en los modelos de innovación, el grado de vinculación entre los agentes difiere en cada modelo.

Según la literatura, la interacción entre agentes depende tanto del grado de difusión de la información requerida para la innovación; el grado de estandarización de las tecnologías, el tiempo que dura la interacción y las reglas sobre la propiedad intelectual que se da en la difusión de la información.

El modelo de innovación abierta, aunque hace uso del conocimiento externo a la empresa, presenta interacciones simples; de alta estabilidad, baja intensidad e informalidad. La *crowd sourcing innovation* también se caracteriza por interacciones de baja estabilidad, informales, de baja intensidad pero cierto grado de complejidad. La innovación colaborativa, presenta interfaces más complejas, con estabilidad variable, intensidad alta y formalidad de los vínculos. Sobre todo debido a la colaboración con empresas proveedoras y usuarias y de out sourcing. Por su parte, la innovación colectivo implica un tipo de interacción compleja o semi-compleja; asume que los vínculos son formales, es decir, que el cumplimiento de los términos de la licencia determinará la intensidad de la interacción. La principal ventaja de la innovación colectivo es que puede presentar distintos grados de estabilidad y de intensidad, según las estrategias de las empresas y la reacción de la comunidad.

En cuanto a los incentivos que determinan el tipo de interacción, gracias a las aportaciones teóricas se han identificado tres fuentes principales: 1) el tipo de renta diferencial que se deriva de la integración; 2) la relación costo-beneficio que se deriva de la protección de la propiedad intelectual; 3) el impacto sobre la generación de capacidades como resultado de la colaboración.

La estrategia empresarial resultante, es decir, la combinación de incentivos basados en la relación costo-beneficio de los títulos de propiedad intelectual, la búsqueda de aprendizaje y generación de capacidades de innovación; y la búsqueda o generación de algún tipo de renta diferencial, estará relacionada con el tipo de agente, del sistema glocal con el que se vincula y con el tipo de la interfaz que establece.

De esta manera, la revisión teórica permite identificar los instrumentos teóricos para explicar las estrategias empresariales con las que pueden asegurar el éxito de la innovación gracias a la cooperación. Estas estrategias son 1) colaborar con la sociedad para demandar conocimiento o alentar a la contribución de información crucial para la innovación (modelo de innovación abierta); 2) ofertar conocimiento, es decir liberar información para generar incentivos de cooperación recíproca (innovación colectivo); y 3) ofrecer instrucciones explícitas para el intercambio de diferentes tipos de conocimiento (*crowd sourcing innovation* e innovación colaborativa). La identificación de estas estrategias empresariales y la relación causal, así como los beneficios económicos, representa la principal aportación de la presente investigación.

2. Evolución Global del Software y del Software Libre.

Introducción

Durante los primeros desarrollos del cómputo, la totalidad de los algoritmos, que constituyen la base del software eran libremente accesibles, debido a que las barreras para el uso eran, sobre todo cognitivas. Sin embargo, la producción colectiva y en red, que caracteriza a la cooperación de las comunidades en favor del software libre sí es relativamente reciente. Sobre todo en las últimas décadas del siglo xx (Hualde & Mochi, 2008; Hualde, 2008).

En este capítulo se revisa la evolución y maduración de la industria de software a nivel global. Desde el surgimiento de la industria como una discontinuidad en la producción de hardware; los instrumentos de política que permitieron la consolidación y el crecimiento de la industria en los países líderes y la organización requerida para la producción colectiva. Así, en el tercer apartado, se relaciona la producción de software con el actual modelo de producción flexible y la organización que describe Raymond (1999) como bazar (autónoma y desregulada) y la organización tipo catedral (dirigida y centralizada), que tendrán implicaciones sobre los modelos de innovación, así como en las métricas de tamaño y calidad del software. Finalmente, en el cuarto apartado se define el software y se establece una tipología del software, según su relación con los productos electrónico-informáticos y la plataforma tecnológica que se requiere para difundirlos como producto o como servicios de software.

2.1 El Software Libre y de Fuente Abierta y la génesis del Software

El software es un producto inmaterial que facilita la interacción del hombre con la máquina y también permite la comunicación entre las máquinas. Se puede definir como un conjunto de algoritmos a través de los cuales el hardware o red de éstos, sigue una secuencia de acciones a fin de procesar, almacenar y comunicar información o datos (Rivera, et al., 2010).

Dado que el hardware sólo procesa la información mediante un lenguaje binario denominado código-máquina, con el tiempo se desarrollaron lenguajes semejantes a los lenguajes humanos en los que se codifican las instrucciones.

Al conjunto de instrucciones contenido en un programa, que escribe el programador, se le denomina “código-fuente” y a los lenguajes de programación se les llama “lenguajes de alto nivel”, los cuales facilitan enormemente la tarea de escribir programas. No obstante, para que las instrucciones sean comprensibles para el hardware, deben ser convertidas a código-máquina. Dicha conversión se realiza con programas especiales, llamados “compiladores”.

Al resultado de la conversión del código fuente al lenguaje-máquina, se le denomina código-objeto, binarios o ficheros ejecutables, en este trabajo le llamaremos *archivos ejecutables* (Viso & Peláez, 2007).

Dados los objetivos de la informática (almacenar, procesar y transmitir información), a la mayoría de los usuarios comunes, sólo les importa adquirir los archivos ejecutables, pero conviene tener clara la distinción entre el código fuente y los ficheros ejecutables porque en esto reside la diferencia entre el llamado software libre o de fuente abierta, y el software privativo: en disponer de los códigos fuente.

El desarrollo del software depende históricamente de las herramientas para calcular y sobre todo del hardware computacional. Para Viso y Peláez (2007:4-5) la historia del software puede rastrearse hacia 2000 A.C. en las tablas utilizadas para cálculos aritméticos, raíces cuadradas, interés compuesto y área de los círculos. Pero puede decirse que las bases del software, es decir el conjunto de algoritmos para procesar información inicia en el siglo XVII, con la calculadora de Blaise Pascal que sumaba y restaba automáticamente; y con la invención de la rueda de Leibniz, por Gottfried Wilhelm y Leibniz para la que desarrollaron las instrucciones para que La Rueda realizara las cuatro operaciones aritméticas.

No obstante fue hasta inicios del siglo XIX, cuando se desarrolló la máquina diferencial y analítica de Babbage que se tiene el desarrollo del cómputo moderno. La importancia del desarrollo de software que utilizaría la “máquina analítica y diferencial”, respecto a las máquinas de calcular de Pascal y Leibniz, reside en haber incorporado el principio de la división de trabajo aplicado al trabajo intelectual (Manacorda, 1976), principio que Babbage había captado del nuevo paradigma de la revolución industrial, consistente en la hipótesis de que

“...organizando la producción de bienes según principios rigurosos y determinados se podrían producir estos bienes de forma más económica” (Babbage, *Economy of Manufactures and Machinery*, en Manacorda, 1976).

La importancia en la organización que menciona Manacorda reside en que la división de trabajo para producir el software de la máquina analítica no solo se realiza por división del volumen de cálculo entre numerosas personas, sino por el principio que más tarde constituiría la producción flexible (véase apartado 2.3): dividiendo el conjunto de algoritmos en fases de según cierto nivel técnico. Así,

“la primera sección desarrolla el cometido que hoy es de los analistas [clasifica las partes del software y divide los algoritmos en fases]; la segunda sección traduce las fórmulas en términos numéricos aptos para la tercera sección, formada por numerosas personas que no saben de aritmética sino las dos primeras reglas” (íbidem)

De esta manera, cada sección se limita a efectuar ciertos cálculos sin conocer el contenido general de la operación, pero proporcionando los resultados más exactos en menor tiempo.

Desde entonces y hasta las primeras décadas del siglo XX, el desarrollo del software era predominantemente científico, aunque sus aplicaciones eran tanto militares como científicas. Durante en las décadas de 1930 y 1940 la International Business Machines (IBM) introdujo las primeras computadoras centrales (mainframes), como la ENIAC que fue resultado de un contrato del ejército de EE.UU a desarrolladores John Mauchly y John Presper Eckert, llamado "Proyecto PX". Estas computadoras se fabricaron primero con bulbos y luego con transistores para proyectos científicos y posteriormente para proyectos militares

El concepto de software como un componente distinguible de un sistema informático nació con advenimiento de la arquitectura de Von Neumann para ordenadores con programas almacenados pero incluso después de que el esquema de von Neumann se convirtió en dominante, en la década de 1950, el software se mantuvo estrechamente ligado al hardware.

Como explica (Mowery, 1999), los estrechos vínculos entre la industria del hardware y el software, visto por muchos gobiernos de la posguerra como un componente importante de su base industrial de defensa, hizo que desde sus inicios, la industria del software se beneficiara la inversión en I + D y la financiación de adquisiciones gubernamentales. Al igual que en otras industrias de alta tecnología de la posguerra, la escala y la estructura de las políticas del Departamento de Defensa de Estados Unidos difieren de las de otros gobiernos industriales y parecen haber tenido efectos positivos más fuertes sobre la competitividad de la industria comercial de Estados Unidos.

Los efectos del gasto en defensa y la I+D en la industria de software estadounidense fueron influenciados por dos características de estos gastos: 1) demanda militar de software, lo que representó una parte sustancial de los ingresos de la industria, requiere muy diferentes características de los productos de los de software comercial, y 2) la financiación relacionada con la defensa de I+D para una extensa tarea de investigación académica.

Estos dos factores hicieron que las *spin-offs* asociadas con los gastos gubernamentales crearan una industria sui géneris, distinta a las otras industrias de alta tecnología en Estados Unidos de la posguerra. En efecto, hay algunos ejemplos de productos de software útiles para la sociedad civil con éxito comercial que se derivan directamente de los programas de desarrollo o adquisiciones militares, a diferencia de la industria estadounidense de semiconductores o la industria de aviación comercial de la década de 1950. La industria de software estadounidense, se beneficiaron de la financiación de la defensa para la I + D en gran forma la infraestructura nacional y los avances tecnológicos modificado para que pudiera ser aplicado en productos civiles.

Otros gobiernos de la posguerra, incluyendo de Gran Bretaña y la Unión Soviética, también estaban preocupados por el desarrollo de la industria de la computación por razones de seguridad nacional y de conexión, pero sus políticas, no lograron crear una infraestructura nacional de investigación que podría apoyar la innovación en los productos de software desarrollados por la sociedad científica. La "política industrial", orientada a la defensa, del gobierno de Estados Unidos de posguerra tuvo más éxito que el establecimiento de una industria nacional basada en programas tecnológicos estratégicos desde la sociedad civil, aplicada por otros gobiernos. Pero en lugar de crear un gran flujo de defensa, el gasto de EEUU ayudó al crecimiento de la industria a través de programas informáticos para el apoyo a la creación y el crecimiento de la informática en universidades de Estados Unidos y a la formación de *spin-offs* tecnológicas. Además, el rápido crecimiento de los mercados relacionados con la defensa para el software creó importantes oportunidades para el empleo de los ingenieros de software y desarrolladores, muchos de los cuales pasaron a establecer empresas o desarrollar productos para los mercados (Mowery, 1999).

A finales de la década de 1950 los usuarios cooperaban con los fabricantes de computadoras en el intercambio de rutinas de programación y métodos de organización para mejorar el desarrollo de software, debido a que inicialmente, el desarrollo de algoritmos carecía de algún método formal por lo que se desarrolló a base de prueba y error. Por otro lado, dado el contexto bélico, el software que se desarrollaba tenía la intención de procesar la información y mantenerla codificada, por lo que además de la falta de un método formal de programación, no existía documentación de algún tipo. En 1964, con la IBM S/360 se da un paso hacia la estandarización de componentes y software, que permitió tanto la explotación de economías de escala como la integración vertical de empresas fabricantes de computadoras (Sampedro,

2011). A finales de la década de los sesenta el software se consolidó como una industria independiente de la producción de hardware.

La viabilidad de la separación económica entre el software y el hardware se debió a cuatro aspectos principales: 1) la evolución de los lenguajes de programación (del código binario a lenguajes llamados de alto nivel, muy parecidos al lenguaje humano), 2) la generalización de sistemas operativos para el uso masivo de las computadoras, 3) el hecho de que el software aportaba cada vez un mayor valor añadido a la solución final en el hardware, 4) el costo de creación se estaba volviendo más y más significativo.

Consecuentemente, a finales de la década de los sesenta, los agentes involucrados en el gobierno y en la industria naciente de la computación, se reunieron para decidir cómo proteger los derechos económicos sobre ese nuevo activo y las implicaciones sobre la estructura del nuevo mercado. El uso de la propiedad industrial (patente) o el desarrollo de una protección intelectual sui-generis para el software fueron descartadas y se optó por usar el derecho de autor. Los principales argumentos para descartar la patente era evitar que la empresa preponderante de la época, IBM, monopolizara todo el mercado del software con sus patentes (Mowery, 1999; Barrionuevo, 2006).

A partir de este momento se observa una extensiva división del trabajo, gracias a los sistemas distribuidos; y un fuerte desarrollo del software, sobre todo por los retos de administrar la información en dichos sistemas. Con ello se crearon protocolos de comunicación, mediante instrucciones escritas en lenguajes de alto nivel. En ésta época los programadores escribían el código fuente en lenguajes como BASIC, C, JAVA, entre los más importantes.

En 1972 Thompson y Ritchie (entre otros) desarrollaron el sistema operativo UNIX, en los laboratorios Bell de AT&T, iniciando una época vital para la industria porque de allí vendría el posterior desarrollo de lo que hoy es internet. El sistema operativo Unix, de origen privativo fue entregado a las universidades estadounidenses (país donde existe una fuerte vinculación entre la industria y la universidad), principalmente a la Universidad de Berkeley para ser usada en la academia, estimulando el trabajo en grupo para mejorar el sistema operativo, crear estándares y alentando a los desarrolladores de software, creando la primer comunidad de software llamada *Computer System Research Group* o CSRG, que creó una cultura de cómo hacer los desarrollos. En los años siguientes se observó una rápida difusión de la tecnología de computación, sobre todo para el uso de las empresas y los centros científicos y educativos. En efecto, Mochi (2006) pone el ejemplo el hardware Altair difundido con gran velocidad en

toda la comunidad de Berkeley y Palo Alto, debido a que fue presentado en la portada de un número de la revista *Popular Electronics* (en enero de 1975. Así, el Altair llegó a ser “*el sueño de cualquiera que tuviese el hobby de la computadora, a un precio muy accesible...*” (Zachary en (Mochi, 2006)). No obstante el defecto del Altair era que carecía de software. De modo que la persona que lo adquiriera debía construir su software, de otra forma la máquina sería inútil.

Para ese entonces Bill Gates y Paul Allen (estudiantes de la escuela superior Lakeside que en 1968 había comprado un ordenador ASR-33 teletipo, por el que se interesaron Bill y su amigo Paul) tuvieron la oportunidad de leer el artículo en la revista *Popular Electronics*, sobre el minicomputador Altair 8800, de modo que se pusieron inmediatamente en contacto con la empresa de Albuquerque y le propusieron proveerle un lenguaje. Eligieron el Basic originalmente desarrollado para una mini-computadora, desarrollado por profesores de la Universidad de Dartmouth. Seis semanas después Gates y Allen realizaron una versión del Basic para el Altair, que comercializaron sin el código fuente, transformando, desde este punto, la actividad del desarrollo de software a una actividad altamente rentable a través de venta de los archivos ejecutables sin el código fuente.

Al iniciarse la privatización del código fuente, un grupo de personas, sobre todo de las universidades iniciaron el llamado “movimiento de software libre”, copiando el software desarrollado por Gates y Allen y difundiéndolo, pues consideran que el software, un bien informacional, debe ser un bien público. Ante tal situación Bill Gates difundió la *carta abierta a aficionados* (Gates, 1976) en la cual justifica la privatización del código fuente y la consecuente venta de los archivos ejecutables argumentando que sin una adecuada remuneración, nadie podría producir más software profesional.

Por su parte Richard Matthew Stallman, observó los inconvenientes del software privativo a finales de la década de los setenta debido a un inconveniente técnico que no podía reparar por falta del código fuente; y a principios de los ochenta, cuando los programadores del laboratorio se dividieron en dos grupos, presionados por quienes querían comercializar el software que producían. En estos años se fundó la compañía *Symbolic*, con el objetivo de reemplazar el software libre del laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT con su propio software privativo (que incluía mejoras y, por lo tanto, hacía obsoleto el software anterior).

A pesar de los trabajos arduos del grupo en el que participaba Stallman por evitar la obsolescencia del software libre del laboratorio, finalmente el MIT decidió comprar nuevas máquinas que sólo funcionaban con el software de *Symbolics*. Ante tal situación Stallman

anunció el desarrollo de GNU¹³, un sistema operativo totalmente libre que podría ser utilizado en cualquier máquina.

Aunado a lo anterior, dado que 1) la División Antitrust del Departamento de Justicia de EEUU modificó su postura antimonopolio para la industria de Software; 2) en 1981, el Tribunal Supremo ratifica la patente a un proceso informático con aplicación práctica; y 3) en 1983 se autoriza la privatización del código fuente del software y se establecen los derechos de copia sobre los archivos ejecutables, Richard Stallman funda, en ese mismo año, la organización no lucrativa *Free Software Foundation* (FSF) para coordinar la creación de su sistema operativo. Consecuentemente, en 1984 Richard Stallman inicia formalmente el movimiento de software libre con la publicación del Manifiesto GNU, con base en la cual, la *Free Software Foundation* (FSF) redactó (en 1989) la Licencia Pública General de GNU.

En la década de los noventa surgió el término *Open Source Software* o Software de Fuente Abierta para usarlo como reemplazo al ambiguo *free software*, el cual implica, para el caso que nos ocupa, software que se puede usar, escribir, modificar y redistribuir (no necesariamente software gratuito). La expresión, para algunos, no resultó apropiada como reemplazo para el ya tradicional *free software*, pues eliminaba la idea de libertad. No obstante, continúa siendo ambivalente, puesto que se usa en la actualidad por parte de programadores que ofrecen el código fuente de los programas para su revisión o modificación previamente autorizada. Dada la ausencia de tal ambigüedad en la lengua española, el término *software libre* es adecuado para referirse a programas que se ofrecen con total libertad de modificación, uso y distribución bajo la regla implícita de no modificar dichas libertades hacia el futuro. De hecho en inglés también se usa el término "*libre software*" para evitar ambigüedades semánticas.

En la actualidad el término Open Source se utiliza para definir un movimiento nuevo de software (la Iniciativa Open Source), diferente al movimiento del software libre, incompatible con este último desde el punto de vista filosófico pero completamente equivalente desde el punto de vista práctico y económico de hecho, ambos movimientos trabajan juntos en el desarrollo práctico de proyectos. Por lo cual en esta investigación se utilizará el término *Free/Libre and Opens Source Software (FLOSS)* para caracterizar este tipo de software.

¹³ GNU es un acrónimo recursivo que significa "GNU No es Unix", en referencia al muy añejo Unix que ha sido cimiento de muchos sistemas operativos como el de Symbolics y el MacOSX.

En la literatura económica es frecuente encontrar estudios sobre la industria del software privativo, pero en la presente investigación se analizarán los aspectos económicos que surgieron paralelamente, basados en otro tipo de organización productiva, distintos proceso de innovación y difusión del conocimiento.

2.2 Políticas para la consolidación de la industria de Software. Estados Unidos; Europa y Japón

Ante nuevos paradigmas tecnoeconómicos, se requieren ciertos cambios institucionales para regular la dinámica económica que ha generado las innovaciones de producto y organizativas. Así, ante el surgimiento de la industria de Software, se han observado distintos cambios en las instituciones, que promueven o limitan el desarrollo de las actividades económicas nacientes. En las cuatro secciones siguientes se describe la política llevada a cabo en algunos países, así como las consecuencias sobre la industria, con base en el trabajo de (Mowery, 1999). En primer lugar se habla sobre la influencia de las políticas en materia de propiedad intelectual; posteriormente sobre regulación de la competencia; las políticas que promueven la vinculación entre agentes y, finalmente, el fomento a las actividades relacionadas con la industria de software, tanto hacia arriba como hacia adelante o hacia atrás de la cadena de valor.

Políticas de Propiedad Intelectual

Como se adelantó en el primer capítulo, las instituciones pueden impulsar o frenar el desarrollo económico de cierta industria. Los derechos de propiedad, y en particular las reglas en materia de propiedad intelectual permiten, por un lado, tener claros los costos y beneficios de la transacción, de manera que permite disminuir los costos institucionales, sin embargo, también constituyen barreras para ciertas actividades y transacciones, que podrían desempeñarse más eficientemente bajo un marco normativo libre y justo. No obstante, las instituciones son construidas bajo un esquema de poder y generalmente responden a ciertos intereses económicos de algún grupo empresarial y político.

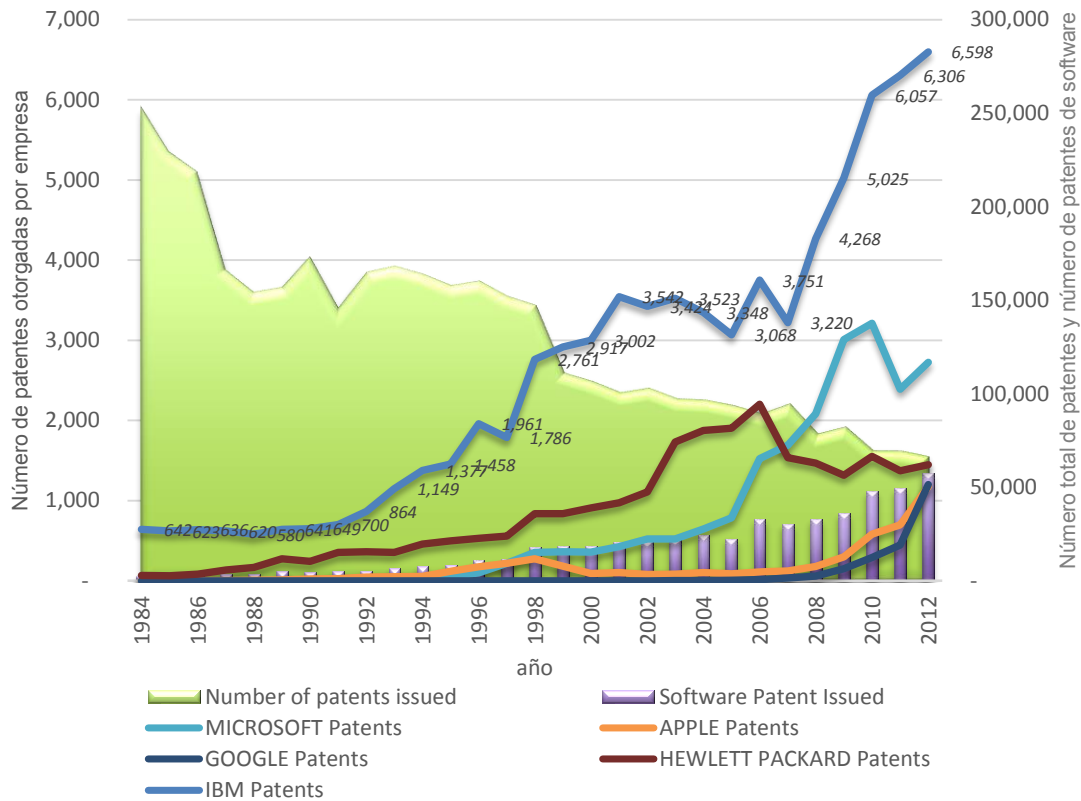
El marco legislativo en el que se gesta la industria de software en Estados Unidos permitió la protección de la propiedad intelectual mediante patentes. Así, la primera patente registrada en EEUU relacionada con procesos informáticos implementados, fue solicitada en 1965 por Martin A. Goetz, y se concedió el 23 de abril de 1968 (UPSTCO, 1968). Esto muestra que la postura oficial de los años sesenta para proteger el software solo mediante derechos de autor, es distinta a la evidencia empírica.

A pesar de no conceder, oficialmente, patentes a los programas informáticos, a finales de los años setenta la División Antitrust del Departamento de Justicia de EEUU modificó su postura, debido a la presión de algunos de los grandes clientes de dicha oficina (IBM y Microsoft) ante el auge de la industria en Corea y Japón; argumentando la extensión de la “piratería” (Barrionuevo, 2006). A falta de una legislación sobre la patente en software, los tribunales de EEUU crearon, durante los años 80, una jurisprudencia a favor de las patentes de software. Así, el Tribunal Supremo en 1981 decidió ratificar la patente a un proceso informático con aplicación práctica. Desde entonces las empresas con mayor número de patentes de software tanto en EE.UU. como en Europa son IBM, Microsoft y Apple Inc. (WIPO, 2011; Nicholson, 2011).

La importancia de los derechos de propiedad intelectual en el software se ha incrementado desde 1980, debido a que el crecimiento de los mercados a nivel global y de masas para el software ha incrementado el valor de los derechos de propiedad en tales productos. Pero el esfuerzo para definir los derechos de propiedad intelectual en el software ha presionado los límites de las estructuras existentes de patentes y derechos de autor. El avance tecnológico en el software a menudo tiene un carácter acumulativo: una generación de tecnologías de productos se basa en la generación anterior, y fuertes complementariedades tecnológicas al vincular diferentes programas de software y diferentes manufacturas electrónicas. La protección, por tanto, puede potenciar o ralentizar el avance tecnológico de un país frente a la competencia internacional. Esta preocupación motivó los esfuerzos de la Unión Europea para definir las formas aceptables de “ingeniería inversa” de los programas de software protegidos, lo que produjo una política más indulgente en su tratamiento de esta práctica que la política de EE.UU. Los regímenes de derechos de propiedad intelectual de software que han surgido de los debates legislativos y batallas legales entre los países de reciente industrialización como India, China, Corea y Japón y los Estados Unidos.

Como puede verse en el grafica 2.1, a partir de los años ochenta el crecimiento de las patentes de Software presentan un crecimiento exponencial. Las acciones en materia de propiedad intelectual de ciertos agentes con presencia global han influido en los intereses económicos nacionales y han producido regímenes de propiedad intelectual que sirven al interés económico dominante dentro de las industrias de software. En algunos casos se trata de grandes proveedores de software independientes, y en otros, de los proveedores, es decir, de fabricantes de ordenadores o incluso los usuarios de software, como IBM, Apple y Hewlett Packard.

Figura 2.1 1984-2012: Número de patentes otorgadas por la USPTO



Fuente: Elaboración con base en datos de la USPTO, 2013.

La evolución de la protección de la propiedad intelectual, por lo tanto, se ve afectada por las formas en que se desarrolla la industria y las empresas líderes de ésta, en lugar de operar como una influencia estrictamente exógena de desarrollo.

El carácter endógeno de los regímenes nacionales o regionales de derechos de propiedad intelectual se extiende a muchos otros componentes institucionales de los sistemas nacionales de innovación, por lo cual, los análisis de su evolución y los efectos sobre las industrias deben adoptar una visión más matizada y compleja de causas y efectos. Entre otras cosas, esta endogeneidad significa que la evolución histórica de las industrias y los sistemas nacionales de innovación es un proceso dependiente de la trayectoria.

Políticas de competencia

Otra de las políticas que afectó a la industria del software es la política de competencia. La postura antimonopolio de los tiempos de posguerra de Estados Unidos fue más laxa que la de Japón o la mayoría de las economías de Europa Occidental; de modo que contribuyó a la importancia de las nuevas pequeñas empresas de semiconductores, computación e informática (Mowery 1995). Como ya se mencionó, durante los primeros años de 1980 la

política de competencia se relajó considerablemente, sobre todo en sectores que se caracterizan por una alta I+D y por una fuerte competencia a nivel internacional, y los dueños de los derechos intelectuales de propiedad se beneficiaron de la actitud judicial más benigna. Este tipo de prácticas es la que origina el tipo de rentas internacionales **13** Renta Internacional por transferencia/apoyo estatal, al controlar la competencia (véase Cuadro 1.1 del capítulo primero).

Por otra parte, las políticas emergentes de la Unión Europea hacia el control del poder de mercado y los derechos de propiedad intelectual parecen estar moviéndose un poco más cerca de las políticas del gobierno de Estados Unidos.

De hecho, uno de los aspectos más novedosos de la investigación antimonopolio de Microsoft y la resolución por parte de la comisaria de Competencia, quien señaló que Microsoft debía rebajar sustancialmente su 95% de cuota de mercado en 2004. Esta resolución ha sido resultado de la preocupación de las autoridades de política de competencia de la UE expresadas desde 1997 y 1998 debido al poder de mercado de Microsoft (El País, 2007).

Políticas de vinculación entre Universidad e Industria.

La política gubernamental ha afectado el rol de las universidades como un centro de creación de conocimiento y capital humano para la industria del software. La legitimación de la informática como disciplina académica en universidades de Estados Unidos en la década de los sesenta, por ejemplo, recibió un impulso sustancial de los compromisos de financiación de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada y la Fundación Nacional de la Ciencia durante la década de 1960 y 1970.

La flexibilidad organizativa y disciplinaria de las universidades en ciencias de la computación en otros países aún es incipiente. Aunque en recientes años se ha buscado fortalecer los vínculos entre universidad e industria, el perfil de egreso está en continuo diseño para formar el capital humano que demanda la industria.

Esta diferencia es importante, ya que las actividades de investigación de la informática basada en la universidad han sido fuentes importantes de las innovaciones que han dado origen a nuevos productos y empresas en los Estados Unidos. Además, la investigación universitaria ha jugado un importante papel indirecto en el crecimiento de la industria del software debido a la capacitación de personal especializado. A lo largo de Europa Occidental y Japón la escasez de personal capacitado, hasta hace algunos años limitó el desarrollo de las industrias nacionales de software.

Políticas de vinculación entre la industria de Software y la de Hardware

La interacción entre las industrias de hardware y de software nacional es un problema cuya complejidad se puede apreciar sólo a través de un análisis comparativo de desarrollo de la industria. El dominio estadounidense de la industria de software sobre la de Europa Occidental, por ejemplo, se ha visto facilitado por la desventaja de la industria del hardware europea, especialmente en las computadoras de escritorio.

Para el crecimiento del mercado de software empaquetado (véase las definiciones y tipos de software en el cuarto apartado del presente capítulo) es necesaria una fuerte industria manufacturera nacional de hardware, que apoye el crecimiento de una fuerte industria nacional de software.

La importancia de fuertes vínculos entre los desarrolladores de hardware y software también ha cambiado con el tiempo. En los primeros años del desarrollo de la industria, los productores de software de Estados Unidos presentaban rentas internacionales clásicas basadas en ventajas competitivas respecto a los productores mundiales. Estas ventajas se debían a los vínculos dominantes con los sistemas mainframe, minicomputadoras, y de escritorio. Pero la importancia de estas relaciones parece haber disminuido. Sin embargo, la posición central en el mercado estadounidense el "banco de pruebas" para el desarrollo de nuevas aplicaciones en áreas tales como la creación de redes y la Internet, refleja la importancia (inherente a la industria) de las interacciones entre usuarios o clientes y productores de la industria del software.

Sin importar el origen del hardware en el que funcionaba el nuevo software, las empresas de software ubicadas Estados Unidos tenían ventajas sobre las empresas sin presencia en este mercado. La importancia de los vínculos entre usuarios y productores también significó la integración vertical de la producción de hardware y software, especialmente en software de aplicación.

El crecimiento promedio de 23.6 por ciento en el uso de software de aplicación, sobre todo móviles, sólo en América Latina, muestra una de las razones por las cuales actualmente muchos desarrolladores de software se benefician de los ingresos de software aplicación. Ante esta situación las empresas de hardware han desarrollado estrategias para atraer a los desarrolladores de software de aplicación independientes, creando estructuras llamadas "carrozas" entre desarrolladores de software que explotan las externalidades de red y los vínculos con empresas proveedoras de software infraestructura y manufacturas de TIC.

Un ejemplo reciente es el esfuerzo de Apple Inc. para atraer a los desarrolladores de software a su sistema operativo y arquitectura de licencias. Con la ampliación de la producción y el bajo precio de los productos electrónico-informáticos que utilizan el sistema operativo iOS, los gerentes de Apple esperaban atraer a los desarrolladores de software de aplicación para ampliar la biblioteca de software de aplicaciones para sus productos. La gran y diversificada oferta de aplicaciones aumentaría el atractivo para los consumidores de hardware de Apple, lo que representaría cualquier pérdida en la cuota de mercado de su competencia.

La importancia de las “carrozas” basadas en software de aplicación para las perspectivas comerciales de los nuevos productos de hardware aumenta cuando se pasa de mainframes a microcomputadoras y de éstas a otro tipo de productos electrónico- informáticos más portables como tabletas y teléfonos inteligentes. A medida que el número de usuarios de estos productos se expande, la demanda de software estandarizado para una gama más amplia de aplicaciones crece.

Las estrategias de las “carrozas” de los proveedores, es decir, los vínculos en la cadena de valor del software para la comercialización de hardware puede debilitarse si el software se vuelve verdaderamente independiente de las arquitecturas de hardware y otros sistemas operativos. De aquí surge, también el llamado movimiento “Open Hardware”, que promueve los sistemas abiertos de hardware, es decir, arquitecturas que permiten a un sistema operativo y sus aplicaciones relacionadas ejecutarse en cualquiera gama de plataformas de hardware. Esto debilitará la necesidad de establecer vínculos entre los productores de algún tipo específico de hardware; los proveedores de software infraestructura y los programadores de software de aplicación. La adopción generalizada de sistemas abiertos reduciría la dependencia de los programadores de software de aplicación que buscan comercializar nuevas aplicaciones. Además permite la competencia entre los desarrolladores de tecnologías de hardware para atraer a un número significativo de desarrolladores de software.

2.3 Organización y colaboración en la producción de Software.

Al modificarse la organización y los procesos productivos característicos de la fase Fordista-Keynesiana, la dinámica del capital en la era de la información requiere un nuevo tipo de propiedad (intelectual); y un nuevo tipo de empresa: la flexible, en red, que también es denominada mega corporación. Este tipo de empresas se caracteriza por separar la ubicación de las actividades de I+D, de la producción material; y provoca un nuevo tipo de competencia basada en la búsqueda de ganancias extraordinarias surgidas por las innovaciones y tasas

de crecimiento dentro de una nueva organización del espacio económico globalizado (Castells, 1999; Eichner, 1976).

Este cambio implicó la adopción de los principios de “fábrica mínima” que propugna la reducción de existencias, materiales, equipos, etcétera y se complementa con el principio de “fábrica flexible”, sustentada en la asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y la respuesta rápida a la demanda. Estos principios están relacionado con las características que reconoce Eichner (*op. cit.*) cuando sostiene que la mega corporación tiene una estructura de costos significativamente diferente a la tradicional curva en forma de U en el análisis de la teoría ortodoxa debido a que el equipamiento utilizado en el proceso de producción tienen diferentes capacidades de salida. Por lo cual, la capacidad productiva de la Mega corporación y, sobre todo cuando se trata de una mega corporación en red (que aquí llamaremos mega corporación transnacional), que consta de muchos segmentos donde las capacidades de producción están determinadas por las características de las máquinas: el diseño ingenieril, provoca economía capaz de regular sus costos de acuerdo a la demanda, según cierto margen del uso de la capacidad instalada.

En consecuencia, los coeficientes de los factores son fijos, al menos en el corto plazo, tanto por razones no económicas (ingenieriles) como como razones económicas. En efecto, a partir de estudios básicos de ingeniería realizadas en el momento del equipo de capital se desarrolló por primera vez para el mercado, se determina cuál es el tamaño más eficiente del funcionamiento de la máquina, junto con la cantidad más eficiente de las materias primas para ser alimentado en o a través de él. Con esta nueva forma de producción flexible, se busca eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción para alcanzar reducciones de costes, cumpliendo con los requerimientos de los clientes (Avella, 2005). Consecuentemente, este tipo de producción se puede resumir en los siguientes puntos:

- 1 Eliminación del despilfarro y suministro just-in-time de los materiales.
- 2 La relación, basada en la confianza y la transparencia, con los proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.
- 3 Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción: parar la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencias de mejora, etc.
- 4 El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en que se detecten, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento.

Para este tipo de producción, la naturaleza de la tecnología es tal, que las proporciones de los factores productivos son incapaces de ser variados (Eichner, 1976). Las empresas de software requieren un número determinado de computadoras por programador, y aunque se incremente el número de computadoras, la productividad del personal no se incrementará.

La industria del software también ha presentado transformaciones en sus modos de producción desde los inicios de la industria, en la década de los cincuenta, hasta la actualidad. Esta actividad económica se coloca como el instrumento para mejorar la organización en las industrias y para incrementar los niveles de productividad.

En efecto, las tecnologías de la información y las comunicaciones, y especialmente la industria de software promueve una organización y coordinación distinta a la que se observa con la organización fordista, lo que se traduce en la mejora de la competitividad de otros sectores incrementando el valor del desarrollo tecnológico del país.

El desarrollo flexible de software se refiere a métodos de ingeniería del software basados en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requisitos y soluciones evolucionan mediante la colaboración de grupos autoorganizados y multidisciplinarios.

Existen muchos métodos de desarrollo flexible; la mayoría minimiza riesgos desarrollando software en lapsos cortos. El software desarrollado en una unidad de tiempo es llamado una iteración. Cada iteración del ciclo de vida incluye: planificación, análisis de requisitos, diseño, codificación, revisión y documentación. Una iteración no debe agregar demasiada funcionalidad para justificar el lanzamiento del producto al mercado, sino que la meta es tener una versión «demo o beta» (sin errores) al final de cada iteración para ofrecerla al mercado, aunque con un ciclo de vida del producto corto (Carnoy, 2001; Stober & Hansmann, 2010). Estos aspectos serán retomados en el capítulo tercero por la importancia de la calidad, la funcionalidad y el desarrollo flexible para la certificación de la calidad de software. Un aspecto primordial para la exportación de este tipo de bienes informacionales.

Los métodos flexibles enfatizan las comunicaciones cara a cara más que la documentación. La mayoría de los equipos flexibles están localizados en una oficina abierta, a veces llamadas "plataformas de lanzamiento" (*bullpen* en inglés). En ella se realizan revisores, se escribe la documentación y ayuda, los diseños de iteración y se encuentran los directores de proyecto. Los métodos flexibles también enfatizan que el software funcional es la primera medida del progreso (Raghavan, et al., 2012).

El modo de producción flexible, orientado a la demanda, como crisis del modelo fordista-keynesiano en el que se producía en masa, tiene como consecuencia, en primer lugar, los cambios de objetivos de la empresa. Ya no se busca producir en masa, sino producir según las estimaciones de la demanda, y producir versiones con potencialidad de mejora para informar al mercado las innovaciones existentes. La organización a nivel global promueve una nueva forma de producir que también influye a la industria de software.

Organización tipo bazar y tipo catedral

Raymond (1997) establece una analogía entre la forma de construir las catedrales medievales y la manera de producción de software. Argumenta que, tanto en el desarrollo de software privativo como en el desarrollo de FLOSS existe una organización con una clara distribución de tareas y roles, lo que en el enfoque evolucionista de la economía se refiere a hábitos de producción.

Raymond reconoce la existencia de un líder diseñador que está jerárquicamente por encima de todos los programadores y que ha de controlar en todo momento el desarrollo de la actividad. Asimismo, la planificación está estrictamente controlada, dando lugar a procesos claramente detallados en los que idealmente cada participante en la actividad tiene un rol específico muy delimitado.

Dentro de lo que Raymond (1997) toma como el *modelo de creación de catedrales* no sólo tiene cabida los procesos que podemos encontrar en la industria del software privativo, sino que también entran en él algunos proyectos de FLOSS, como es el caso de los proyectos GNU y NetBSD (ambos sistemas operativos libres y de fuente abierta derivados de UNIX), gestionados por un individuo o un grupo de programadores. El primer proyecto, iniciado y liderado por el fundador del movimiento de software libre Richard Stallman, y el segundo, desarrollado por la Universidad de California Berkeley.

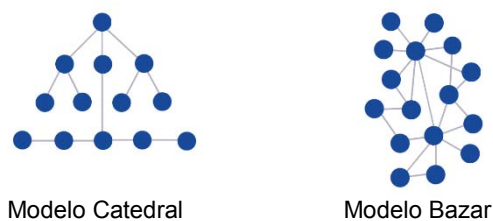
Para Raymond, estos proyectos se encuentran fuertemente centralizados, ya que unas pocas personas son las que realizan el diseño e implementación del software. Las tareas que desempeñan estas personas, así como sus roles están perfectamente definidos y si alguien quisiera entrar a formar parte del equipo de desarrollo necesitaría que se le asignara una tarea y un rol según las necesidades del proyecto. Por otra parte, las entregas de este tipo de programas se encuentran espaciadas en el tiempo siguiendo una planificación bastante estricta. Esto supone tener pocas entregas del software y ciclos entre las entregas largos y que constan de varias etapas.

Según Raymond (1997), algunos de los programas de software libre, en especial el núcleo Linux que utilizan las distribuciones llamadas GNU/Linux o GNU con Linux, se han desarrollado siguiendo un esquema similar al de un *bazar* oriental. En un bazar no existe una máxima autoridad que controle los procesos que se están desarrollando ni que planifique estrictamente lo que ha de suceder. Por otro lado, los roles de los participantes pueden cambiar de manera continua y sin indicación externa.

La propuesta de Raymond sobre el modelo organizativo *Catedral* o *Bazar*, cobra importancia en la descripción de los proceso de desarrollo del núcleo Linux que le ha otorgado el éxito dentro del mundo del software libre; describiéndolo como una sucesión de *buenas prácticas* para aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la disponibilidad de código fuente y la colaboración mediante el uso de sistemas y herramientas telemáticas (véase más sobre la calidad en el modelo Bazar en el apartado de *Normas, de la sección 3.3* del capítulo tercero).

Este tipo de organizaciones presentan una estructura de red de producción conocimiento diferenciado y se presenta en la siguiente figura:

Figura 2.2 Modelos de desarrollo Bazar y catedral



Fuente: Elaboración con base en (Raymond, 1999)

Un proyecto de FLOSS suele surgir a raíz de una acción puramente personal; la causa se ha de buscar en un desarrollador que vea limitada su capacidad de resolver un problema. El desarrollador ha de tener los conocimientos necesarios para, por lo menos, empezar a resolverlo. Una vez que haya conseguido tener algo usable, con algo de funcionalidad, sencillo y, a ser posible, bien diseñado o escrito, lo mejor que puede hacer es compartir esa solución con la comunidad del software libre. Es lo que se denomina la publicación prontía (léase *early* en inglés) y que permite llamar la atención de otras personas (generalmente desarrolladores) que tengan el mismo problema y que puedan estar interesados en la solución.

Uno de los principios básicos de este modelo de desarrollo es considerar a los usuarios como co-desarrolladores. Ha de tratárseles con mimo, no sólo porque pueden proporcionar publicidad mediante el boca a boca, sino también por el hecho de que realizarán una de las

tareas más costosas que existe en la generación de software: las pruebas. Al contrario que el codesarrollo, que es difícilmente escalable, la depuración y las pruebas tienen la propiedad de ser altamente paralelizables, es decir, de realizarse en paralelo. El usuario será el que tome el software y lo pruebe en su máquina bajo unas condiciones específicas (una arquitectura, unas herramientas, etc.), una tarea que multiplicada por un gran número de arquitecturas y entornos supondría un gran esfuerzo para el equipo de desarrollo.

Si se trata a los usuarios como desarrolladores puede darse el caso de que alguno de ellos encuentre un error y lo solucione, enviando un parche al desarrollador del proyecto para que el problema esté solucionado en la siguiente versión. También puede suceder, por ejemplo, que una persona diferente al que descubra un error sea la que finalmente lo entienda y corrija. En cualquier caso, todas estas circunstancias son muy provechosas para el desarrollo del software, por lo que es muy beneficioso entrar en una dinámica de esta índole.

Esta situación se torna más efectiva con entregas frecuentes, ya que la motivación para encontrar, notificar y corregir errores es alta debido a que se supone que va ser atendido inmediatamente. Además, se consiguen ventajas secundarias, como el hecho de que al integrar frecuentemente -idealmente una o más veces al día- no haga falta una última fase de integración de los módulos que componen el programa. Esto se ha denominado publicación frecuente (en la terminología anglosajona se conoce como *release often*) y posibilita una gran modularidad a la vez que maximiza el efecto propagandístico que tiene publicar una nueva versión del software¹⁴.

Para evitar que la publicación frecuente asuste a usuarios que prioricen la estabilidad sobre la rapidez con la que el software evoluciona, algunos proyectos de software libre cuentan con varias ramas de desarrollo en paralelo. El caso más conocido es el del núcleo Linux, que tiene una rama estable -dirigida a aquellas personas que estiman su fiabilidad- y otra inestable -pensada para desarrolladores- con las últimas innovaciones y novedades.

¹⁴ La gestión de nuevas versiones depende lógicamente del tamaño del proyecto, ya que la problemática a la que hay que enfrentarse no es igual cuando el equipo de desarrollo tiene dos componentes a cuando son cientos. Mientras en los proyectos pequeños en general este proceso es más bien informal, la gestión de entregas en los proyectos grandes suele seguir un proceso definido no exento de cierta complejidad. Existe un artículo titulado *Release Management Within Open Source Projects* que describe detalladamente la secuencia que se sigue en el servidor web Apache, el núcleo del sistema operativo Linux y el sistema de versiones.

A pesar del modelo de desarrollo del tipo bazar, el autor supone que todo proyecto de software libre ha de contar con un dictador benevolente, una especie de líder -que generalmente coincide con el fundador del proyecto- que ha de guiar el proyecto y que se reserva siempre la última palabra en la toma de decisiones. Las habilidades con las que ha de contar esta persona son principalmente las de saber motivar y coordinar un proyecto, entender a los usuarios y co-desarrolladores, buscar consensos e integrar a todo aquél que pueda aportar algo al proyecto. Como se puede observar, entre los requisitos más importantes no se ha mencionado el que sea técnicamente competente, aunque nunca esté de más.

Con el crecimiento en tamaño y en número de desarrolladores de algunos proyectos de software libre han ido apareciendo nuevas formas de organizar la toma de decisiones. Linux, por ejemplo, cuenta con una estructura jerárquica basada en la delegación de responsabilidades por parte de Linus Torvalds, el dictador benevolente. De esta forma, vemos cómo hay partes de Linux que cuentan con sus propios dictadores benevolentes, aunque éstos vean limitado su poder por el hecho de que Linus Torvalds sea el que decida en último término. Este caso es un ejemplo claro de cómo la alta modularidad existente en un proyecto de software libre ha propiciado una forma de organización y toma de decisiones específica¹⁵.

Sin embargo, el liderazgo de un proyecto de software libre por parte de una misma persona no tiene por qué ser eterno. Se pueden dar básicamente dos circunstancias por las que un líder de proyecto deje de serlo. La primera de ellas es la falta de interés, tiempo o motivación para seguir adelante. En ese caso, se ha de pasar el testigo a otro desarrollador que tome el rol de líder del proyecto. Estudios recientes demuestran que en general los proyectos suelen tener un liderazgo que cambia de manos con frecuencia, pudiéndose observar varias generaciones de desarrolladores en el tiempo. El segundo caso es más problemático: se trata de una bifurcación.

¹⁵ También existen estudios en los que se sostiene que la forma de organizarse dentro de los proyectos de software libre se asemeja a la del equipo quirúrgico propuesta por Harlan Mills (de IBM) a principios de la década de los setenta y popularizada por Brooks en su mítico libro *The Mythical Man-Month*. Aunque se pueden dar casos donde el equipo de desarrollo de alguna aplicación de software libre esté formado por un diseñador- desarrollador principal (el cirujano) y por muchos co-desarrolladores que realizan tareas auxiliares (administración de sistemas, mantenimiento, tareas especializadas, documentación...), no existe en ningún caso una separación tan estricta y definida como propone Mills o Brooks. En cualquier caso, como apunta Brooks en el caso del equipo quirúrgico, en el software libre el número de desarrolladores que tienen que comunicarse para crear un sistema grande y complejo es más reducido que el número total de desarrolladores.

Las licencias de software libre permiten tomar el código, modificarlo y redistribuirlo por cualquier persona sin que haga falta el visto bueno del líder del proyecto. Esto no se suele dar generalmente, salvo en los casos en los que se haga con el fin de evitar deliberadamente precisamente al líder del proyecto (y un posible veto suyo a la aportación). Estamos ciertamente ante una especie de golpe de estado, por otro lado totalmente lícito y legítimo. Es por ello que uno de los objetivos que busca un líder de proyecto al mantener satisfechos a sus co-desarrolladores es minimizar la posibilidad de que exista una bifurcación.

Aunque el software libre no está necesariamente asociado con un proceso de desarrollo software específico, existe un amplio consenso sobre los procesos más comunes que se utilizan. Esto no quiere decir que no existan proyectos de software libre que hayan sido creados utilizando procesos clásicos como el modelo en cascada. Generalmente el modelo de desarrollo en proyectos de software libre suele ser más informal, debido a que gran parte del equipo de desarrollo realiza esas tareas de manera voluntaria y sin recompensa económica, al menos directa, a cambio.

La forma en la que se capturan requisitos en el mundo del software libre depende tanto de la edad como del tamaño del proyecto. En las primeras etapas, fundador de proyecto y usuario suelen coincidir en una misma persona. Más adelante, y si el proyecto crece, la captura de requisitos suele tener lugar a través de las listas de correo electrónico y se suele llegar a una clara distinción entre el equipo de desarrollo - o al menos los desarrolladores más activos - y los usuarios. Para proyectos grandes, con muchos usuarios y muchos desarrolladores, la captura de requisitos se hace mediante la misma herramienta que se utiliza para gestionar los errores del proyecto. En este caso, en vez de hablar de errores, se refieren a actividades, aunque el mecanismo utilizado para su gestión es idéntico al de la corrección de errores (se la clasificará según importancia, dependencia, etc. y se podrá monitorizar si ha sido resuelta o no). El uso de esta herramienta para la planificación es más bien reciente, por lo que se puede observar cómo en el mundo del software libre existe una cierta evolución desde la carencia absoluta a un sistema centralizado de gestión ingenieril de actividades, aunque indudablemente éste sea bastante limitado. En cualquier caso, no suele ser común un documento que recoja los requisitos tal y como es normal en el modelo en cascada.

En cuanto al diseño global del sistema, sólo los grandes proyectos suelen tenerlo documentado de manera exhaustiva. En el resto de proyectos, lo más probable es que el o los desarrolladores principales sean los únicos que lo posean -a veces sólo en su mente-, o que vaya fraguándose en versiones posteriores del software. La carencia de un diseño

detallado no sólo implica limitaciones en cuanto a la posible reutilización de módulos, sino que también es un gran hándicap a la hora de permitir el acceso a nuevos desarrolladores, ya que éstos se tendrán que enfrentar a un proceso de aprendizaje lento y costoso. El diseño detallado, por su parte, tampoco está muy generalizado. Su ausencia implica que se pierdan muchas posibilidades de reutilización de código.

La implementación es la fase en la que se concentra el mayor esfuerzo por parte de los desarrolladores de software libre, entre otras razones por que a ojos de los desarrolladores es manifiestamente la más divertida. Para ello se suele seguir el paradigma de programación clásico de prueba y error hasta que se consiguen los resultados apetecidos desde el punto de vista subjetivo del programador. Históricamente, raro es el caso en el que se han incluidas pruebas unitarias conjuntamente con el código, aun cuando facilitarían la modificación o inclusión de código posterior por parte de otros desarrolladores. En el caso de algunos proyectos grandes, como por ejemplo Mozilla, existen máquinas dedicadas exclusivamente a descargarse los repositorios que contienen el código más reciente para compilarlo para diferentes arquitecturas. Los errores detectados se notifican a una lista de correo de desarrolladores.

Sin embargo, las pruebas automáticas no están muy arraigadas. Por lo general serán los propios usuarios, dentro de la gran variedad de usos, arquitecturas y combinaciones, los que las realizarán. Esto tiene la ventaja de que se paralelizan a un coste mínimo para el equipo de desarrollo. El problema que plantea este modelo es cómo organizarse para que la realimentación por parte de los usuarios exista y sea lo más eficiente posible.

En cuanto al mantenimiento del software en el mundo del software libre -refiriéndonos con ello al mantenimiento de versiones antiguas-, es una tarea cuya existencia depende del proyecto. En proyectos donde se requiere una gran estabilidad, como núcleos del sistema operativo, etc., se mantienen versiones antiguas del proyecto, ya que un cambio a una nueva versión puede resultar traumático. Pero, por lo general, en la mayoría de los proyectos de software libre, si se tiene una versión antigua y se encuentra un error, los desarrolladores no suelen ponerse a corregirlo y aconsejan utilizar la versión más moderna con la esperanza de que haya desaparecido por el hecho de que el software ha evolucionado.

2.4 Definición y tipología de Software

Como ya se vio, la Universidad de California desarrolló el sistema operativo Unix, apoyado por el compromiso del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para crear un protocolo de comunicación entre computadoras, dentro del proyecto DARPA, que fue el precursor del protocolo TCP/IP, que es la base de la red de internet.

Tras el surgimiento del software privativo y el cambio de intereses de los laboratorios Bell de AT&T, el sistema Unix de la Universidad de Berkeley salió al mundo académico con el nombre de BSDUnix, unido a una licencia BSD, que además de permitir la distribución libre, permitía la incorporación de a software privados, con un método de distribución parecido al de la Free Software Foundation de cintas magnéticas a bajos precios. De este proyecto surgió una familia de sistemas operativos bajo la licencia BSD, como NetBSD, FreeBSD, OpenBSD y BSDI, tras los primeros conflictos relacionados con los derechos de autor y la carta distribuida por Bill Gates (Gates, 1976).

Con la formación de la red de Internet a principios, aunado al desarrollo de los sistemas operativos libres basados en Unix y el desarrollo del núcleo Linux, se aceleró el movimiento de software libre, difundiendo la amalgama del sistema operativo GNU con Linux, base de los actuales sistemas GNU/Linux. De hecho, como ya se dejó ver, el desarrollo de internet está muy relacionado con el desarrollo del FLOSS, en la medida en que el contenido de internet radica básicamente en este tipo de software e implica, en sus aspectos más generales, tres procesos fundamentales: 1) el desarrollo de nuevas y más veloces tecnologías de conexión y acceso; 2) la constitución de internet como ámbito tecnológico y económico de articulación de la operación de múltiples dispositivos electrónicos, contenido y servicios asociados, pertenecientes a los diversos subsectores del sector electrónico informático; y 3) la profundización de internet en la intermediación de la reproducción económica y social (Ordoñez & Ortega, 2006)

En este periodo nacieron nuevos proyectos y se crearon comunidades de desarrolladores, tales como Apache, Debian, entre otros. Actualmente el movimiento a favor del Software Libre y de Fuente Abierta (FLOSS por las siglas de Free/Libre and Open Source Software) es impulsado por empresas como Linux International; organizaciones como la Free Software Foundation, Debian, Red Hat, Mandrake, SuSe, que dirigen y gestionan proyectos de desarrollo de software libre, pasando por grandes empresas como HP, IBM o Sun Microsystem-Oracle,

Novell, entre otras han proporcionan apoyo manteniendo más de 30 años de historia del proyecto GNU/Linux.

Aunado a la consolidación del nuevo paradigma tecno económico y al auge de internet, el crecimiento del FLOSS se explica por su superioridad tecnológica y económica frente al software privativo. Según el estudio de Ordoñez y Ortega (2006) el FLOSS cuenta con un número incomparablemente mayor de desarrolladores que están al pendiente de los problemas y proponen soluciones; el ritmo de innovación es mayor (sobre todo en la corrección de defectos o “parches” y nuevas versiones) debido a que los desarrolladores son en su mayoría usuarios y por lo tanto las mejoras no están ligadas a la necesidad de maximizar las ganancias por la venta de licencia, aunque el límite está dado solo por la capacidad innovadora de la comunidad.

Otra ventaja del FLOSS, frente al software privativo, es que la disponibilidad del código fuente constituye en sí misma una garantía de calidad, fiabilidad y estabilidad superiores (véase marco normativo en el capítulo 3). Según los Ordoñez y Ortega, en una muestra de software privativo, en promedio, el 23 por ciento presenta fallas; mientras que el sistema GNU/Linux presenta sólo 9 de 100 y de las aplicaciones (GNU utilities) sólo un 6 por ciento presenta errores (Ordoñez & Ortega, 2006).

Otro aspecto que muestra las ventajas del FLOSS respecto al software privativo son los costos menores, tanto de compra inicial como de mantenimiento y soporte, los cuales para una muestra de proyectos que han migrado del software privativo al FLOSS son menores en 72% aproximadamente. Por último, la productividad de las empresas que se basan en FLOSS en relación a las que no lo emplean, es más del doble.

Sin embargo, se conoce muy poco sobre las alternativas que el FLOSS ofrece, en cuanto a la diversidad de requerimientos empresariales y de los usuarios finales. Por lo cual, a continuación se describe brevemente lo que se entiende por Software y los tipos de software que se ofrecen desde una visión económica, es decir, por las características del producto, la vinculación con el hardware y por la complejidad del desarrollo o el valor añadido. Esto será relevante para analizar la cadena global de valor, la ubicación de las empresas estudiadas en esta investigación y, sobre todo, para mostrar que existe una canasta de productos y servicios de FLOSS a la que pueden recurrir las empresas de la industria de Software en México.

Definición

Ya se revisó que desde el nacimiento de la industria, el Software ha estado relacionado con el Hardware, es decir, con algunas manufacturas del sector electrónico. Para poder analizar las áreas que motivan las innovaciones más importantes de la industria, es necesario considerar la definición de software y la producción de éste en toda la cadena productiva, su evolución e identificar los tipos existentes de Software.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la *International Organization for Standardization* (ISO) y la *World Intellectual Property Organization* (WIPO), definen al software como un conjunto estructurado de algoritmos, instrucciones, procedimientos, reglas, y documentación contenida en distintos tipos de soporte físico (cintas, discos, circuitos eléctricos) con el objetivo de hacer posible el uso de equipos de procesamiento electrónico de datos. (Rivera, et al., 2010), mencionan, más claramente, que el software puede entenderse como un conjunto de algoritmos a través de los cuales el hardware o red de éstos, sigue una secuencia de acciones a fin de procesar, almacenar y comunicar información o datos.

En cuanto a los tipos de software, según la relación que tiene con el hardware y, por lo tanto, el tipo de lenguaje que se requiera aprender para la programación; así como qué tan vinculado se encuentra con el usuario final, se describen a continuación.

Productos de Software: Infraestructura, Software embebido y Aplicaciones

El software infraestructura es el software que se encuentra más ligado con el hardware, comercializado dentro de un producto (hardware), de donde proviene su clasificación comercial. Este tipo de Software incluye el software embebido, o el software específico para un equipo electrónico-informático como los sistemas operativos; el software orientado especialmente a la seguridad, al mejoramiento de las funciones básicas y a la comunicación entre las partes de una computadora, y las aplicaciones y herramientas de software. Este tipo de software es necesario para el funcionamiento o el desarrollo de otros tipos de software porque es el que se encuentra más relacionado con los circuitos, es decir, se encuentra embebido en el hardware.

Este tipo de software se comercializa mediante la venta de productos físicos, como equipos electrónico-informáticos (servidores, computadoras de escritorio, y otros equipos) o discos que contienen los archivos ejecutables y documentos o códigos fuente (en caso de FLOSS).

Software embebido para Manufactura de Equipo Original y Manufactura de Diseño Original.

El software embebido o incrustado es un programa diseñado para realizar una o algunas tareas específicas dedicadas a un sistema físico. A diferencia de otros tipos de Software, que se diseñan para cubrir un amplio rango de tareas, el software embebido se diseña para tareas específicas de algún equipo manufacturado. Cualquier sistema eléctrico, mecánico o químico que incluya entradas, decisiones, cálculos, análisis y salidas puede implementarse como un sistema embebido. El software embebido puede ejecutar funciones específicas, como por ejemplo el control de las teclas de un horno de microondas, o suministrar una función significativa y con capacidad de control, funciones digitales en un automóvil, tales como el control de la gasolina sistema de frenado, entre otras.

El software para OEM (*Original Equipment Manufacturer*) es un tipo de Software que se vende en combinación con algún tipo de hardware, producido por el fabricante de equipo original (OEM), este tipo de software es muy específico debido a que un OEM produce productos o componentes de productos manufacturados, por ejemplo empresas de la industria automotriz, aeroespacial, fabricación de equipo médico, entre otros, quienes compran a las empresas de software sus programas y lo venden bajo el nombre de la empresa compradora. Los productos son diseñados por la empresa compradora, es decir, por la OEM. Estas empresas compradoras simplemente hacen las especificaciones y el diseño.

Existen dos formas de implementar un software en los equipos que producen los OEM: 1) preinstalando el software en el hardware: por ejemplo, el sistema operativo Microsoft Windows en la mayoría de las computadoras personales que se encuentran en el mercado, computadoras portátiles o equipo móvil; y 2) entregando el software, embebido o incrustado, en el hardware como por ejemplo los controladores de redes inalámbricas, sonido, entre otros.

En el caso del software para OEM, es posible que el usuario final reciba soporte técnico para cuestiones relacionadas con este tipo de software, directamente de aquella empresa que le vendió el hardware o con la empresa desarrolladora del software pre instalado.

En la actualidad empresas como Dell, HP, IBM, Lenovo, Acer, Toshiba, Cisco, entre otras, producen OEM con altas cuotas de mercado a nivel internacional. Sin embargo algunas se han enfocado a actividades de mayor valor agregado (sobre todo I+D), delegando la manufactura a otras empresas bajo ciertas especificaciones de fabricación, convirtiéndose en ODM (*Original Design Manufacturer*).

Esta estrategia provoca la obtención de rentas globales G1 y G2 (véase apartado 1.2) al convertirse el líderes de la cadena de valor y aprovechan la deslocalización de la producción a nivel global. Las ODM diseñan un producto que finalmente será vendido por otra empresa. En este caso, la ODM hace todo, desde la fabricación del producto hasta el diseño.

Este tipo de empresa es a menudo utilizada en el comercio internacional. Este tipo de negocio es parte del "*outsourcing*". Un ejemplo es *Compal Electronics*, que fabrica notebooks y monitores, y funciona como un productor de masa para numerosas empresas de marca, asistido por los bajos costes laborales, el transporte de bajo costo, así como la naturaleza de los productos básicos, cerca de las entradas físicas (en el caso de *Compal*, componentes de ordenador). Por ejemplo, en 2011 el noventa y cuatro por ciento de todos los portátiles fueron hechas por ODMs taiwaneses (ReportLinker, 2011). Los ODMs son muy activos a la hora de patentar. La mayoría de sus patentes se presentan en Estados Unidos, Taiwán y China. En Japón y en la Unión Europea se presentan pocas.

Software de Aplicación y Herramientas

El Software de aplicación aquel que permite a los usuarios llevar a cabo una o varias tareas, en cualquier campo de actividad susceptible de ser automatizado o asistido, con especial énfasis en los negocios. Existen varias diferencias fundamentales entre las aplicaciones y otros tipos de software vistos anteriormente. Una de ellas es que las aplicaciones son programas con los que el usuario interactúa directamente para realizar alguna actividad. En cambio el software infraestructura sirve de ayuda para establecer la comunicación entre distintos soportes físicos, sean computadoras o componentes electrónicos.

Además el software infraestructura se difunde, sobre todo en sistemas embebidos, pre instalados, aunque algunos, como los sistemas operativos puedan distribuirse en forma de software empaquetado, mientras que las aplicaciones de software se venden, sobre todo en discos para instalar, es decir, empaquetado, aunque recientemente se pueden descargar desde internet, gratuitamente o con cierto precio.

Este tipo de software permite al programador escribir programas informáticos, usando diferentes alternativas y lenguajes de programación, de una manera práctica. Incluyen básicamente, editores de texto, compiladores o intérpretes, enlazadores, depuradores, entornos de desarrollo integrados, entre otros.

Debido a los objetivos que debe cumplir un software de aplicación, los requerimientos de conocimiento para su producción también difieren. Mientras que el Software Infraestructura

se escribe en lenguajes de bajo nivel, es decir lenguajes más fácilmente reconocibles por el hardware, como el lenguaje binario, ensamblador, los programadores de aplicaciones no requieren conocer a fondo el funcionamiento interno del hardware porque solo requieren conocer las necesidades de información para sus aplicaciones y cómo usar el sistema operativo para conseguir satisfacer esas necesidades, de esta manera el lenguaje en el que suele programarse el software de aplicación es de alto nivel, muy similar al lenguaje humano.

Por su parte el software Herramienta, permite el soporte para realizar cierta tarea concreta dentro de las actividades de programación porque automatizan una operación. Así éstas se utilizan sobre todo, como insumos para que las empresas desarrolladoras de software puedan realizar distintos análisis sobre la producción de software. Por ejemplo existen herramienta que permiten interpretar, compilar, realizar análisis de ejecuciones de algún software, realizar simulaciones y probar programas, obtener métricas del código, medir la complejidad y calidad, costo, etcétera.

Las características específicas de este tipo de software se relacionan con la controversia relacionada con la propiedad intelectual, ya que el software infraestructura es más propenso a ser patentado, mientras que el software de aplicación es más proclive a ser protegido mediante derechos de autor.

Servicios de Software

Infraestructura como Servicio (IaaS): Colocation Services

El término *colocation center*, también conocido como *co-Location* o "hosting" es una modalidad de alojamiento web destinado principalmente a grandes empresas y a empresas de servicios web. Consiste básicamente en vender o alquilar un espacio físico de un centro de datos para que el cliente coloque ahí su propio ordenador, también conocido como servidor. Este tipo de servicio de infraestructura consiste en proveer a los clientes un sistema para poder almacenar información o cualquier contenido accesible vía web. Es una analogía de "hospedaje o alojamiento en hoteles o habitaciones" donde los clientes ocupan un lugar específico. El hospedaje web aunque no es necesariamente un servicio, se ha convertido en un modelo de negocio importante para las compañías alrededor del mundo.

El alojamiento web o alojamiento de páginas web, se refiere al lugar que ocupa una página web, sitio web, sistema, correo electrónico, archivos etc., en internet o más específicamente en un servidor (físico) que por lo general hospeda varias aplicaciones o páginas web de las empresas cliente.

El alojamiento web en la "nube" (cloud hosting) está basado en tecnologías más innovadoras que permiten a un gran número de máquinas actuar como un sistema conectadas a un grupo de medios de almacenamiento, tiene ventajas considerables sobre las soluciones de web hosting tradicionales, tal como el uso de recursos. La seguridad de un sitio web alojado en la "nube" (cloud) está garantizada por numerosos servidores en lugar de sólo uno. La tecnología de computación en la nube también elimina cualquier limitación física para el crecimiento en tiempo real y hace que la solución sea extremadamente flexible. Entre los ejemplos más comunes se encuentra EC2 de Amazon, Google, y Azure de Microsoft (véase sección 3.2), las cuales ofrecen capacidad de procesamiento y almacenamiento. En este entorno se puede desplegar aplicaciones propias que por motivos de costos o falta de conocimientos no se requiere instalar en la empresa cliente. El proveedor se encarga de su gestión y para el cliente se convierten todos los gastos en variables (sólo se paga por lo que se usa).

Plataformas como Servicio (PaaS)

La llamada Plataforma como Servicio (PaaS) engloba, además de los recursos de infraestructura, a los sistemas operativos y otros programas que constituyen las herramientas requeridas para el desarrollo y el funcionamiento de otro software.

Las empresas que ofrecen PaaS proporcionan un servicio de aplicaciones donde se ejecutarán las aplicaciones de la empresa cliente y una base de datos (véase la figura 3.6). Todo este conjunto será ofrecido a clientes para que por encima se ejecuten y se almacenen aplicaciones y datos propios.

Software como Servicio (SaaS)

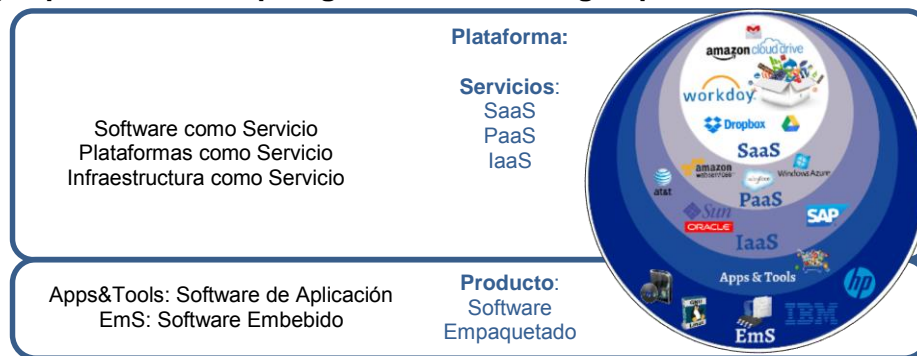
El SaaS es lo que comúnmente se conoce como la nube o "cloud". Es una aplicación para el usuario final donde paga un alquiler por el uso de software. No es necesario adquirir un software en propiedad (como Microsoft Office), instalarlo, configurarlo y mantenerlo.

El *software as a Service* está experimentando un rápido crecimiento en los últimos tiempos en el mercado corporativo. Superadas las reticencias y desventajas que tiene este concepto, empresas del tamaño de BBVA han sustituido su email corporativo por el de Gmail. La economía de escala que logra Google al tener cientos de miles de usuarios, su ahorro de gestión y de energía en sus centros de proceso de cálculo se lo ponen muy difícil a la competencia en cuanto al coste.

Las ventajas del SaaS para las consisten en la reducción de costos porque pueden acceder a infraestructura pero sin tener que invertir en infraestructuras informáticas propias ni invertir en caras licencias de software. Un ejemplo de éste SaaS es Google Docs, Zoho u Office365.

Estas clasificaciones de Software se esquematizan en la siguiente figura:

Figura 2.3 Ejemplos de cada Tipología de Software según plataforma de distribución



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El estado actual de la industria y las relaciones de cooperación y competencia, están determinadas por su trayectoria histórica. Como se ha revisado la producción de software ha pasado de ser producto de la colaboración científica a ser dirigido por algunas empresas, sobre todo el software de frontera relacionado con nuevas estructuras, relacionadas con las bases del internet de las cosas y el big data.

En este capítulo se revisó la evolución de la industria de software a nivel global. Como se señaló, en los inicios de la producción de software para la máquina analítica de Babbage se retomaron las prácticas del capitalismo naciente, a finales del siglo XVIII. La división del trabajo en el software permitió fragmentar el conjunto de algoritmos según cierto nivel técnico. Esta práctica aún se observa, sobre todo en algunas aportaciones que realizan los programadores que colaboran con las comunidades de conocimiento.

Además de los proyectos nuevos de FLOSS; los desarrolladores que forman parte de la red de producción global de software libre y fuente abierta, realizan mejoras en el código para incrementar la calidad del software público. De esta manera un producto puede ser producido bajo economías de escala gracias a las aportaciones de múltiples contribuidores, por lo que la producción no depende únicamente de los recursos internos de los que dispone alguna empresa o grupo, sino de fuentes de conocimiento socializado en la multitud.

Por otra parte, es importante retomar la importancia de los instrumentos institucionales que permitieron la consolidación y el crecimiento de la industria en los países líderes. Desde el surgimiento de la industria de software como una discontinuidad en la producción de hardware, los agentes que forman parte de la llamada triple hélice han contribuido al auge de las tecnologías de software. En primer lugar, las políticas proteccionistas no comerciales permitieron establecer barreras a la difusión del conocimiento a fin de mermar la competencia de India, China, Corea y otros países en desarrollo. De esta manera se han producido regímenes de propiedad intelectual que sirven al interés económico de las empresas líderes dominantes dentro de la industria de software mediante la protección de la propiedad intelectual mediante patentes en el software, y no como derechos de autor. En segundo lugar, las políticas de competencia de EEUU permitieron el auge de la industria con el crecimiento de las empresas de software independientes, que no son desprendimientos (spin offs) de las empresas manufactureras de hardware. En tercer lugar, la consolidación de la industria también se debe a las políticas de vinculación entre la industria, el gobierno, la academia y la sociedad civil (sobre todo las comunidades de programadores que contribuyen en la producción de conocimiento y liberan libremente la información relacionada con las vinculaciones). Asimismo, el auge de la industria fue impulsada por las políticas de vinculación con la industria electrónica, provocando una relación virtuosa con la cadena productiva de software.

Otro aspecto importante dentro de la evolución de la industria es la organización y los procesos de producción. Se vio que paulatinamente se ha buscado evitar desperdicios en cuanto a tamaño y tiempo de programación. Así, la producción flexible ha sido adoptada, cada vez con mayor fuerza en la industria. En cuanto a la organización observada, Raymond (1999) describe el modelo organizativo tipo bazar (aparentemente desordenada y desregulada) y la organización tipo catedral (dirigida y centralizada), que tendrán implicaciones sobre los modelos de innovación, así como en las métricas de tamaño y calidad del software.

Finalmente, en el último apartado se definió y caracterizó el tipo de software, según su relación con los productos electrónico-informáticos y la plataforma tecnológica que se requiere para difundirlos como producto o como servicios de software. Para resumir la evolución de la industria, en el siguiente cuadro se muestran los cambios en materia tecnológica, económica e institucional que constituyen el contexto en el que se desarrolla la industria actualmente, y servirán de base para entender el ecosistema de la Industria de Software en México, presentado en el siguiente capítulo.

Cuadro 2.1 Gérmenes de cambio en la evolución del FLOSS a nivel global

	Cambio tecnológico	Cambio económico	Cambio institucional
Década de los cincuenta	Desde 1955 se llevaron a cabo avances en el hardware: lectoras de tarjetas, impresoras, cintas magnéticas, etc., lo que provocó un avance en el software: compiladores, ensambladores, cargadores, manejadores de dispositivos, etc. principalmente para desarrollar el lenguaje FORTRAN (Formula Translating System) en 1957.	El software es especializado, desarrollado forma artesanal. El Software es desarrollado conjuntamente con los productores de Hardware. Los usuarios cooperaban con los fabricantes de computadoras en el intercambio de rutinas de programación y métodos de organización para mejorar el desarrollo de software.	
Década de los sesenta	En agosto de 1965, IBM anunció el TSS/360, un sistema operativo que permitía multitarea. Sin embargo, en vez del TSS/360, el sistema operativo de la IBM360 a la 367 fue el CP/CMS. El CP/CMS fue desarrollado en Centro científico de Cambridge de IBM, en cooperación con los investigadores del MIT.	En 1969 la IBM separa los precios de software y del hardware para venderlos por separado. Se da el auge de las industrias de posguerra. Disminuyen las barreras para la entrada de proveedores de software independientes.	La decisión de IBM fue alentada por la amenaza de enjuiciamiento por leyes antimonopolio. Esta acción por ser el fabricante dominante de hardware.
Década de los setenta	Desarrollo de redes de computadoras por: la Universidad de Berkeley y MI, los centros de I+D de Bell Laboratories y de Palo Alto de Xerox (inicios de internet). Desarrollo del sistema operativo UNIX basado en estándares abiertos.	En 1971 IBM introduce el Hard Disk que permite almacenar grandes cantidades de información, mejorar la arquitectura del hardware y diversificar las actividades de Software. MERCADO PC	Se establece la informática como disciplina académica en Universidades de Estados Unidos, impulsada por el financiamiento de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada y la Fundación Nacional de Ciencia
	A mediados de la década Bill Gates y Paul Allen realizaron una versión del Basic para el Altair, privatizaron el código y lo comercializaron, transformando la actividad del desarrollo de software a una actividad altamente rentable. Todos los modelos System/360 son retirados del mercado a finales de 1977		
Década de los ochenta	Proyecto para el desarrollo del sistema GNU/Linux. Se realiza la homogenización de sistemas operativos y aplicaciones para PC. Surgen la intranet, y la red de internet basadas en la plataforma para PC. En 1986 se observa el auge de tecnologías para la organización colaborativa, en red, para la producción de software a nivel global.	Se consolidan empresas de software independientes: Microsoft, Lotus, Wordperfect, Ashton-Tate, Borland, entre otras.	En 1982 la División Antitrust del Departamento de Justicia modificó su postura hostil a los derechos de propiedad intelectual. En 1983 se privatiza el código fuente de software y se establecen los derechos de copia de los archivos ejecutables. En 1989 se crea la licencia Pública General de GNU para dar licencia de copia (copyleft). En 1983 Richard Stallman redacta el Manifiesto GNU; crea la Free Software Foundation (1985).

	Cambio tecnológico	Cambio productivo	Cambio institucional
Década de los noventa	<p>En 1991 Linus Torvalds desarrolla el núcleo Linux, basado en UNIX, con ayuda de colaboradores a nivel global. Inicia la formación de redes de producción de software a nivel global.</p>	<p>Se crean comunidades de programadores con usuarios a favor del Software Libre: Apache, Debian, Red Hat.</p> <p>Inicia el modelo Lean software development (lean production) que busca eliminar código y funcionalidades innecesarias; disminuir el retraso en el proceso de desarrollo de software; y crear cambios organizacionales: poca burocracia; comunicación interna.</p> <p>Inicia el groupware, software que soporta la interacción en grupo, permitiendo mayor colaboración en la producción.</p>	<p>Las negociaciones sobre los derechos de propiedad intelectual se incorporaron a las negociaciones multilaterales que en 1994 dieron nacimiento a la OMC en los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC o TRIPS).</p> <p>A partir de entonces se realizaron suscripciones de tratados multilaterales tales como los Convenios de París, Berna, los dos tratados de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).</p> <p>México: Nueva ley de Propiedad Industrial</p>
Primera década del siglo XXI	<p>Auge de software de aplicación. Herramientas y soluciones para mejorar administración, transacciones financieras y procesos. Big Data programación orientada a objetos. Software que desarrolla y controla calidad del software.</p>	<p>2001: Crisis por especulación en servicios de hosting y empresas.com</p> <p>2002: Se consolida el Computer-supported Collaborative Work, CSW (trabajo colaborativo apoyado por ordenador), que permite la organización en red, característica de la fase del capitalismo informacional.</p>	<p>México 2002: La Secretaría de Economía lanzó el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (Prosoft). Este programa fue concebido como un esfuerzo a largo plazo (10 años). Crece importancia de Organismos como la Canieti, la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (amiti) y la Asociación Mexicana de Internet (Amipci).</p>
Segunda década del siglo XXI	<p>Se retoman paradigmas de programación y estructuras generadas hace más de veinte años. Estos paradigmas, estructuras y lenguajes de programación son básicos para sistemas distribuidos.</p> <p>Inicialmente se utilizaban para redes de máquinas que procesaban partes de una tarea. Actualmente se utilizan para dividir tareas en distintos procesadores de una sola máquina, base de la llamada Internet de las cosas.</p>	<p>Ante crisis en 2008 se busca disminuir costos institucionales. Migración hacia licencias libres. Auge de empresas desarrolladoras de Software con base en software Libre.</p> <p>Con la llamada web 2.0 y el software como servicio, se ha desarrollado una nueva organización productiva. Actualmente</p>	<p>El 11/07/2011 México firma (en Japón) el El Acuerdo Comercial Antifalsificación (ACTA por sus siglas en inglés) y el 15/12/2011 Federico Döring Casar (PAN) presentó en una sesión del congreso una iniciativa, para modificar la ley de derechos de autor, de la siguiente manera: añadir el artículo 151, modificar el artículo 231 y la adición de un Capítulo III, así como afectar los artículos 232 y 1 de la Ley Federal del Derecho de Autor.</p>

Fuente: elaboración propia con base en la literatura

3. Ecosistema de la Industria de Software en México y el Distrito Federal.

Introducción

Los efectos organizativos de la globalización influyen sobre las estructuras de vinculación entre agentes económicos y actores institucionales relacionados con alguna actividad económica.

En los siguientes apartados se revisa el panorama económico e institucional de la Industria de Software en México. Se revisa, en primer lugar, las características económicas de la industria: Clasificación Industrial, Estructura del Mercado, Producción, Inversión, Empleo y Remuneraciones. Posteriormente identifican los principales agentes que influyen en el desempeño de la industria y las relaciones existentes entre sí. Para ello se toma como base la aportación del ecosistema glocal de la UNCTAD y se describen las empresas; centros de investigación; cámaras y asociaciones empresariales; y grupos de usuarios o desarrolladores que constituyen la red global de producción de conocimiento para la industria.

En tercer lugar se describen los aspectos institucionales que enmarcan el desarrollo de la industria de software en México. Para ello se revisan las normas y certificaciones de calidad requeridas para una competencia a nivel internacional. Finalmente, se exponen los principales costos y beneficios que representa el FLOSS para la industria de Software en México.

3.1 Breve descripción de la industria de Software en México

Clasificación industrial

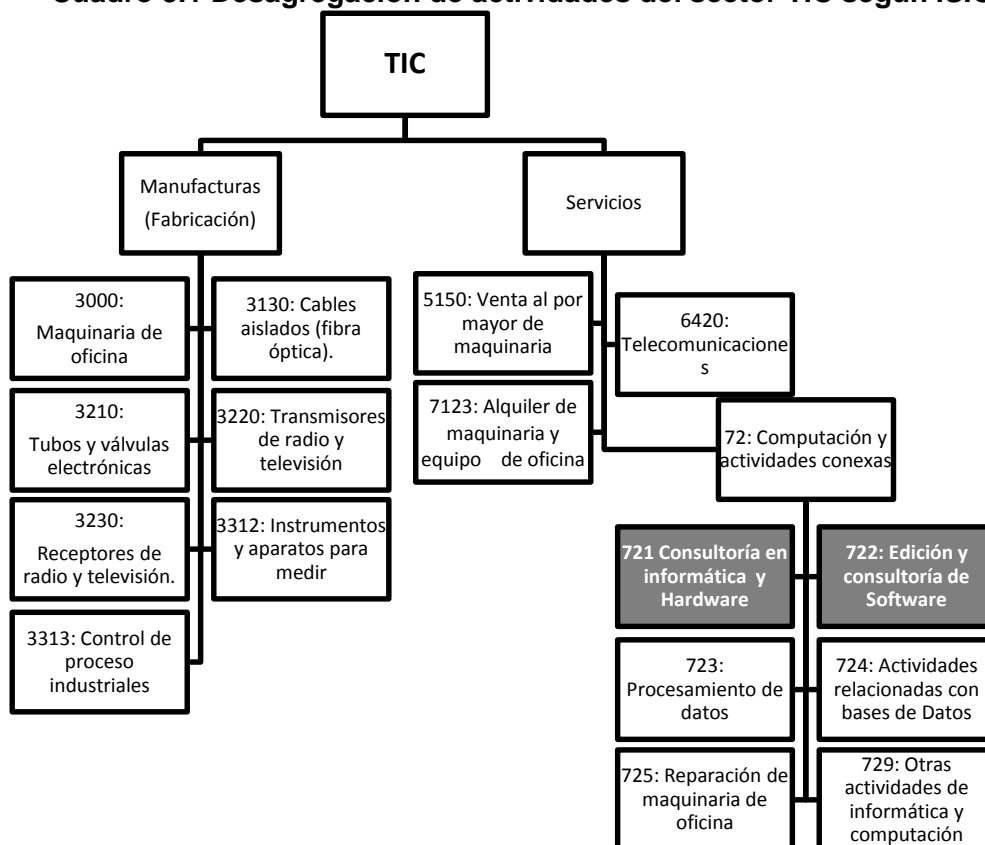
La industria del Software es una de las actividades económicas que, en conjunto con el Hardware, las telecomunicaciones y otros servicios, forma parte de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)¹⁶.

¹⁶ En 1997, la clasificación industrial sólo contemplaba a las TI, las cuales abarcaban: i) hardware (PCs, mainframes, minicomputadoras, workstations, impresoras, etc.); ii) software empaquetado; y iii) servicios informáticos (incluyen tanto los servicios profesionales vinculados a instalación, mantenimiento, desarrollo, integración, etc. de software, y los de soporte técnico de hardware) (véase OCDE (1997), Information Technology Outlook 1997, OCDE, Paris). En 1998, se habla ya de TIC, los países miembros de la OCDE acordaron definir al sector de las TIC como una combinación de industria manufacturera y de servicios que capturan, transmiten y presentan datos e información electrónicamente, (véase OCDE (2002), Information Technology Outlook 2002, OCDE, Paris). En el año 2008 la nueva definición de TIC difiere de la de 2002, y define dicho sector como “Las industrias

En algunos informes de asociaciones (véase, por ejemplo, (CEPAL, 2009)), la industria de Software se desagrega en: 1) Software empaquetado (aplicaciones, herramientas de software, infraestructura y seguridad) y 2) Servicios de Software (desarrollo a la medida, consultoría e integración de aplicaciones empresariales) relacionados con la producción de software que venden las empresas locales (tanto a nivel nacional, como internacional).

El grupo de trabajo de Indicadores de la Sociedad de la Información de la OCDE definió en 1998 al sector de las TIC como un sector compuesto por industrias manufactureras y de servicios, cuyos bienes recogen, transmiten o muestran datos e información electrónicamente (Antón, 2002), como puede verse en el siguiente cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Desagregación de actividades del sector TIC según ISIC



Fuente: Elaboración con base en Antón (2002) y el Sistema de Clasificación Industrial Estandarizado Internacional (ISIC), considerada por la OCDE en 1998, véase (ISIC Rev.3, 2015)

de TIC, serán aquellas cuyos productos (bienes y servicios) tengan por objeto desempeñar o permitir el procesamiento de la información y su comunicación por medios electrónicos, incluyendo su transmisión y presentación visual”. (véase OCDE (2008) Information Technology Outlook 2008, OCDE, Paris).

Pese a la clasificación anterior, en México, las estadísticas e indicadores económicos de la industria de Software se obtienen con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN). El SCIAN establece cinco niveles de agregación: sector, subsector, rama, sub-rama y clase. Como se ha mencionado, el problema de la clasificación industrial que ha adoptado el INEGI, es que las actividades económicas relacionadas con el software se encuentran dispersas en tres clases:

5112 en que se ubican las unidades económicas, sean personas físicas con actividad empresarial o personas morales constituidas conforme a la legislación mexicana, dedicadas a la edición de software y edición de software integrada con la reproducción;

51821 agrupa a las unidades económicas dedicadas al procesamiento electrónico de información, hospedaje y servicios relacionados; y

54151 en la que se ubican los servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados.

El principal problema de seguir este sistema es que las clases de actividad enlistadas también abarcan otras actividades relacionadas con las telecomunicaciones, lo que complica el análisis de los indicadores económicos para las actividades directamente relacionadas con el desarrollo de software.

Estructura de Mercado.

México cuenta con una industria de software en crecimiento, desde los esfuerzos iniciados en 2002, con el programa para el desarrollo de la Industria de Software (prosoft). Este programa ha tenido como principal objetivo, crear las condiciones para que el sector de servicios de tecnologías de información (TI) sea competitivo internacionalmente. No obstante, los beneficios de los apoyos públicos para generar y asimilar las habilidades que requiere la industria, aún son insuficientes, sobre todo porque la gran mayoría de las empresas son micro y pequeñas.

Consecuentemente, la oferta de software se encuentra concentrada por corporaciones transnacionales o por un grupo importante de compañías nacionales que se vincula con las empresas líderes para establecer una red empresarial que le permita acceder a ciertos nichos de mercado con el respaldo o bajo el reconocimiento de las empresas líderes en la industria. Así la gran mayoría de empresas nacionales de servicios de software se encuentran subordinadas a las grandes empresas transnacionales de la industria de Software y de otras

industrias relacionadas; incluida la automovilística, también dominada por mega corporaciones, aeroespacial; la de electrónicos de consumo, con la misma naturaleza, y la de petróleo y petroquímica, en la que se requiere software embebido especializado.

Como se verá en el apartado 3.2, la participación de las grandes empresas transnacionales es preponderante. Estas corporaciones globales establecen la dinámica microeconómica de la industria e influyen en las decisiones de inversión, empleo, capacitación, producción y precios.

Según datos del DENU-INEGI, aproximadamente el 98 por ciento de las empresas de la industria a nivel nacional, y en el D.F. son MiPyME. En cuanto a la concentración, se observa, por un lado, que el 29 por ciento de las empresas a nivel nacional se ubican en el D.F. de manera que aproximadamente la cuarta parte de microempresas de la industria se encuentran en la Ciudad de México; en contraste con el 45 por ciento de las pequeñas empresas, menos de la mitad de las empresas medianas y el 38% de las empresas grandes concentradas en el D.F (Véase Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2 México, 2013. Estructura de la Industria de Software (clasificaciones 51121+51821+ 54151)

Tamaño	Número de empresas a nivel nacional	Estructura a nivel nacional (%)	Número de Unidades en DF	Porcentaje de empresas ubicadas en DF (%)	Estructura en DF (%)
Micro	2330	70.9%	539	23%	55.6%
Pequeña	737	22.4%	330	45%	34.1%
Mediana	165	5.1%	80	48%	8.3%
Grande	53	1.6%	20	38%	2%
Total	3285		969	29%	

Fuente: Elaboración con base en DENU (INEGI, 2015), Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denu/> consultado el 03/05/2015.

Como se puede observar, la industria es altamente atomista, es decir, se compone, en su mayoría (70%) de microempresas cuyo ciclo de vida las hace vulnerables. En efecto, (Torres & Jasso, 2009), en su análisis sobre la actividad innovadora y el ciclo de vida de las mipyme, afirman que el 36 por ciento de las microempresas desaparecen en el primer año de operaciones y después de cinco años, esta cifra sube a 70 por lo que solo el 30% logran sobrevivir. En cambio, las empresas grandes tienden a ser empresas con más de veinte años de edad. Así, dado el reciente crecimiento de la industria de Software Mexicana, se puede afirmar que las grandes empresas presentes en el país son, sobre todo, empresas transnacionales. Las implicaciones de la estructura de mercado se profundizarán posteriormente, al analizar los agentes del sistema de innovación.

La industria de Software en México también se caracteriza por ser relativamente joven. En una muestra por edad de fundación, la revista (SG Software, 2005), observó que el 47% de las empresas son menores de 7 años, mientras que la antigüedad media de las empresas de la muestra es de 9 años. No obstante, las empresas más antiguas se encuentran en el mercado desde 1980.

Como se vio en el apartado 2.2 un aspecto importante para el desarrollo de la industria de software nacional es la vinculación con las industrias relacionadas, sobre todo con la producción de hardware y productos electrónico-informáticos.

No obstante, aunque la Confederación de Cámaras Industriales de México y otras organizaciones iniciaron el programa de integración industrial desde 1997, la oferta hacia el mercado interno de bienes de TIC aún es insuficiente. En efecto, con base en datos del INEGI, se ha registrado un déficit en el saldo de la balanza comercial de bienes de TIC, lo que refleja la fuerte dependencia de las importaciones para satisfacer la demanda nacional (véase el cuadro 3.3)

Cuadro 3.3 México, 2005-2013: Balanza comercial de bienes de TIC
[Millones de dólares]

Año	Exportaciones de bienes de TIC	Importaciones de bienes de TIC	Saldo de la balanza comercial de bienes de TIC
2005	43,870	43,354	515
2013	31,462	39,051	-7,589

Fuente: INEGI, 2015 disponible en línea

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=tinf116&s=est&c=19400>

La Secretaría de Economía mostró que casi el 40% del valor del mercado de las Tecnologías de Información (TI) se debe a la exportación de servicios de TI y Outsourcing (BPO). Además muestra que mercado internacional es doblemente más dinámico que el mercado interno (véase cuadro 3.4).

Por su parte, en el estudio nacional de (prosoft, 2014) se sostiene que México es uno de los principales proveedores de servicios de TI para América Latina y Norteamérica, no sólo por su posición geográfica, sino por su competitividad para el diseño de software y producción de videojuegos, ocupando actualmente la cuarta posición en el ranking de proveedores mundiales de TI, sólo superado por Filipinas, India y China.

Cuadro 3.4 México, 2010: Indicadores de Mercado de TI

Indicador	Valor (millones de dólares) en 2010	Proporción (%) del valor de mercado por segmento de TI	Crecimiento promedio anual 2005-2010
Mercado Interno	6,720	61.8%	9.6%
Consumibles	1,186	10.9%	14.0%
Servicios TI	3,988.26	36.7%	15.0%
Software	1,546.14	14.2%	12.0%
Exportaciones (TI y BPO)	4,150	38.2%	18.9%
Total TI	10,870	100%	12.7%

Fuente: Elaboración propia con datos de la SE disponibles en

<http://www.edigital.economia.gob.mx/MNACIONAL.html>

Producción y Valor Agregado

Con base en los indicadores de la industria (INEGI, 2015), al nivel más desagregado que permite INEGI, se estima que en 2014 los sectores que se engloban en las TIC representa aproximadamente el 5% del Producto Interno Bruto (PIB) Mexicano y el 9% de la producción de servicios. Sin embargo, según (Hualde & Mochi, 2008), el 0.13% de la participación en el PIB de 2003 se debe al software, cifra menor que la de países como la India, Colombia, Chile y otros países en desarrollo.

**Cuadro 3.5 México, 2014: Producto Interno Bruto Nacional, de Servicios y TIC.
[Millones de pesos constantes, 2008=100; porcentajes]**

	PIB NACIONAL	PIB de Servicios	PIB de TIC (clasificación 51+54)
Millones de pesos	\$ 13,805,185.69	\$ 8,401,040.43	\$ 766,666.63
% del PIB NACIONAL	100%	60.9%	5.6%
% del PIB de Servicios		100.0%	9.1%

Fuente: Elaboración propia con datos del BIE, (INEGI, 2015), hasta primer trimestre de 2015

Disponible en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

En cuanto al valor agregado, considerando a la cadena de valor de la industria, se tiene que el 4% del valor agregado de la economía total se debe a las TIC. De éste valor agregado, la Manufactura otorga el 19%; los servicios informáticos (donde se ubica al software) el 4% y los servicios de telecomunicaciones el 77%. Como puede apreciarse en el Cuadro 3.6, y de forma coherente a lo afirmado por Hualde y Mochi, la edición de software y los servicios de diseño de sistemas representan el 0.1% del valor agregado de la Economía, el 3% de las TIC y el 68% de los Servicios Informáticos.

Cuadro 3.6 México, 2012: Valor Agregado por sub-sector y rama del Sector TIC.
[Millones de pesos a precios constantes de 2008 y porcentajes]

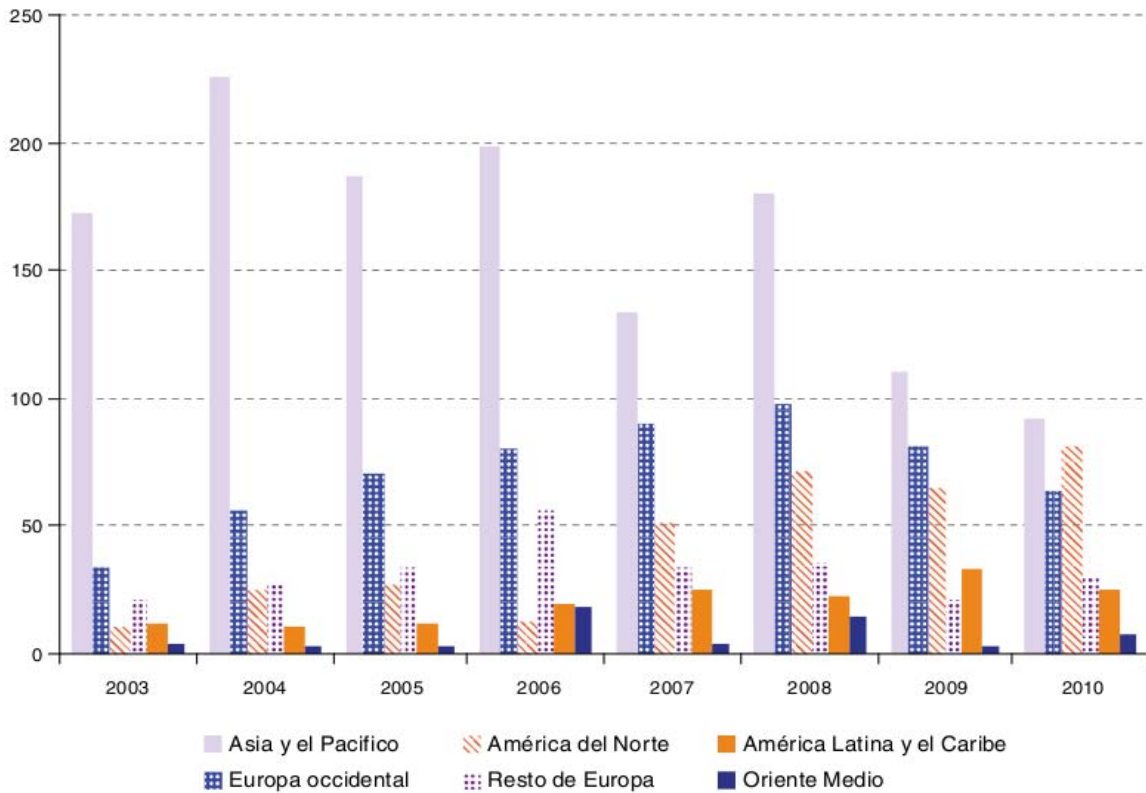
	Total de la Economía	Sector TIC	Manufactura (clasificación 334)	Servicios de telecomunicaciones	Servicios informáticos	Edición de software y edición de software integrada con la reproducción	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios	Otros servicios de información*	Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados	Reparación y mantenimiento de equipo electrónico y de equipo de precisión
Millones de pesos (2008)	\$12,935,715	\$521,887	\$99,501	\$ 401,730	\$ 20,656	\$ 3,448	\$ 2,494	\$ 432	\$ 10,619	\$ 3,663
Participación en el total de la Economía	100%	4.03%	0.77%	3.11%	0.16%	0.027%	0.019%	0.003%	0.082%	0.028%
Participación en el Sector TIC		100%	19.07%	76.98%	3.96%	0.66%	0.48%	0.08%	2.03%	0.70%
Participación de los Servicios informáticos					100%	16.69%	12.07%	2.09%	51.41%	17.73%

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Estadística sobre Ciencia y Tecnología/Indicadores de la Sociedad de la Información/Sector TIC, (INEGI, 2015), Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19007>

Inversión

Según la (CEPAL, 2009), entre enero de 2003 y noviembre de 2010 se registraron 2,749 proyectos de inversión transfronteriza en la industria de Software. Los tres principales países de origen de los proyectos fueron Estados Unidos (53%); la India (15%) y España (6%). Dichos proyectos se destinaron principalmente a la India (24%), China (10%), Estados Unidos (10%) y un poco menos del 6% se destinaron a América Latina y el Caribe. En cuanto a estos los 156 proyectos, México ocupó el segundo lugar en Latinoamérica como destino de inversión con el 23% de los proyectos (véase las figuras 3.1; 3.2; y 3.3). Las principales ciudades donde se localizan los proyectos son Monterrey, Jalisco y la Ciudad de México.

Figura 3.1 2003-2010: Evolución del número de proyectos de software por regiones



Fuente: (CEPAL, 2009, p. 265)

Figura 3.2 América Latina y el Caribe, 2010: distribución del número total de proyectos de software por países [%]

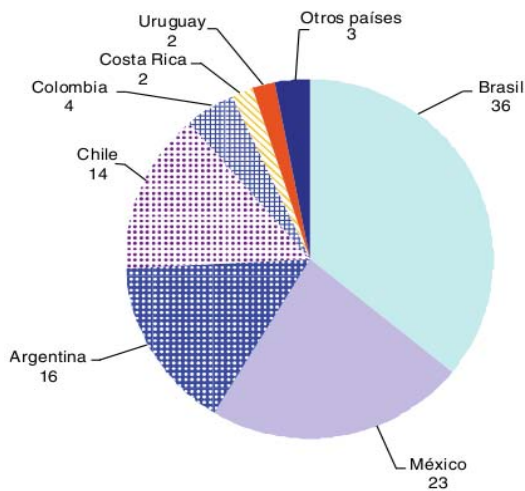
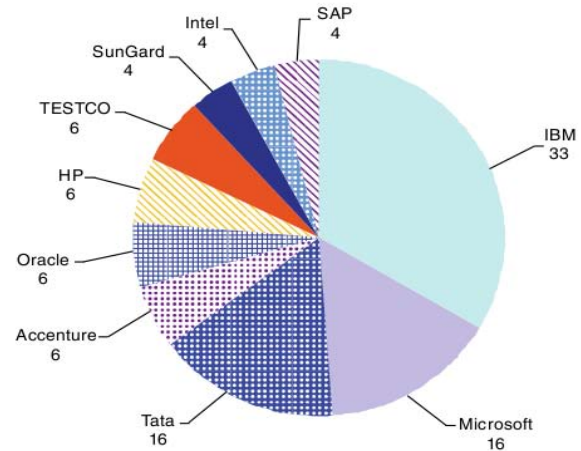


Figura 3.3 América Latina y el Caribe, 2010: distribución del total de proyectos de las principales empresas [%]

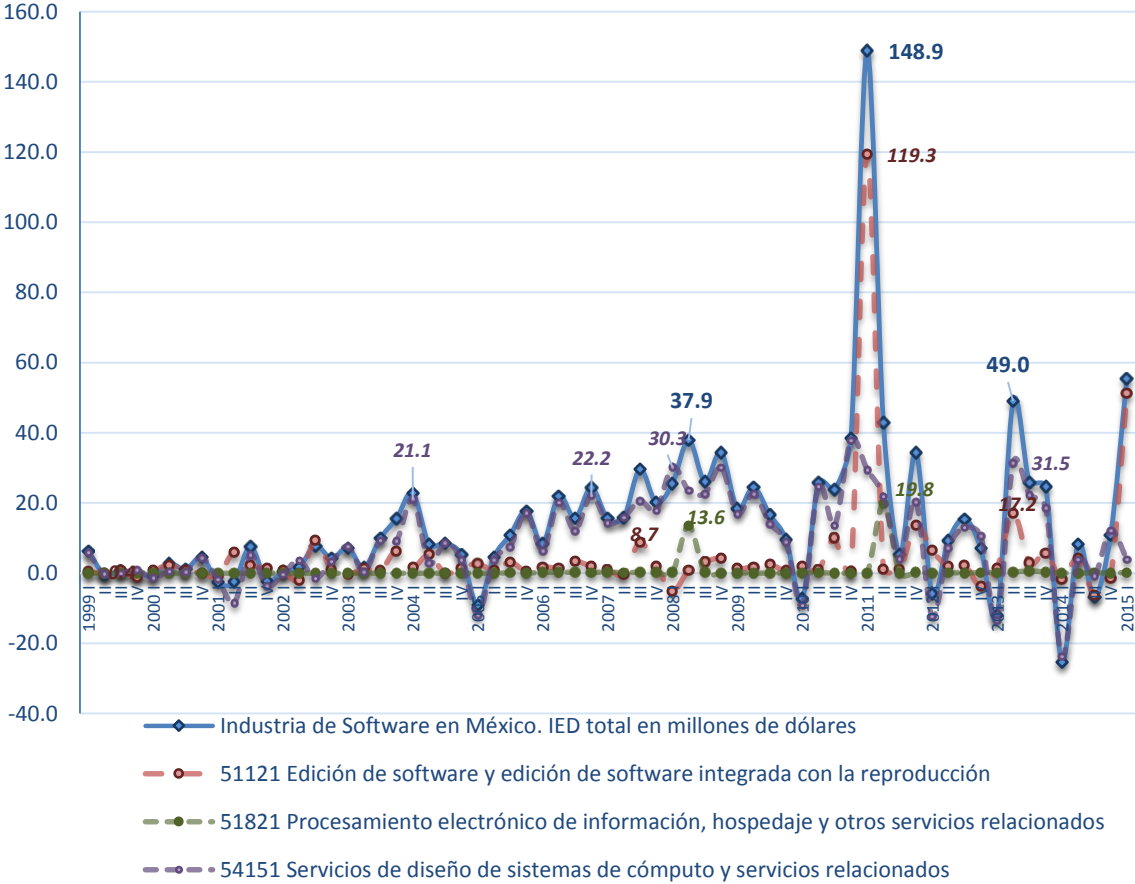


Fuente: (CEPAL, 2009, p. 264)

La inversión extranjera directa hacia la industria por las mega corporaciones transnacionales se debe a la capacidad tecnológica y la disponibilidad de recursos calificados que tiene el país, que representa, para México, una fuente significativa de transferencia tecnológica, y para las transnacionales, las ventajas de costos y proximidad que requieren para externalizar costos.

En México la inversión extranjera directa ha aumentado a partir de 2006 gracias a las políticas de fomento al sector (véase gráfico 3.4), sobre todo a los estímulos realizados recientemente por el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) el cual ha convocado tanto a personas físicas con actividad empresarial como a personas morales del sector de las Tecnologías de la Información (TI), así como a organismos, agrupamientos empresariales, empresas integradoras y asociaciones civiles y la cámara del sector de TI para solicitar un apoyo a fin de hacer crecer esta industria.

Figura 3.4 México 1999-2015: Inversión extranjera directa en la Industria de Software. [Millones de dólares de 2008]



Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Economía, Dirección General Adjunta del RNIE

Según la Secretaría de Economía el fondo PROSOFT busca facilitar el despliegue de las acciones para lograr los objetivos planteados en la política pública sectorial, así como potenciar el impacto de los recursos, fortaleciendo la cobertura de las acciones a través de la coordinación institucional y vinculación de acciones con las entidades federativas, el sector privado y el académico. Así, anunció que los recursos para esta actividad serán de 190 millones de pesos. En cuanto a las corporaciones transnacionales, es posible analizar las estrategias a las que obedece su colocación en México y en particular en el D.F. Para ello basta analizar las empresas mencionadas con anticipación en apartados anteriores.

Empleo

Los negocios asociados a la industria TIC emplean a un mayor número de personas que el promedio de las unidades económicas nacionales. El empleo asociado a TIC ha venido creciendo a tasas mayores que el resto de las actividades económicas y se espera que continúe esta tendencia. Por su parte, los servicios informáticos y sobre todo la industria de Software son considerados como actividades intensivas en conocimiento. Por lo que el personal ocupado, capacitado, es más alto que el promedio de actividades económicas.

En cuanto a la concentración del empleo, el 0.38% de la población ocupada a nivel nacional se encuentra en las TIC. Dos terceras partes de los empleados de TIC (66%) se encuentran en las actividades manufactureras, esto es, en la fabricación de computadoras y equipo periférico; fabricación de equipo telefónico; fabricación de equipo para la comunicación por radio televisión y equipos inalámbricos; y otros equipos de comunicación. La otra tercera parte (33.6%) se concentra en Servicios, tanto en información en medios masivos como los servicios profesionales.

En cuanto al resto de la población ocupada de TIC, que se encuentra empleada en el comercio al por mayor exclusivamente a través de internet y otros medios electrónicos; el 76% se concentra sólo en el Estado de México; 11 por ciento en el Distrito Federal y 10% en Nuevo León.

Cabe destacar que de la población ocupada en las manufacturas de TIC, Chihuahua, Jalisco y Tamaulipas concentran el 85% del empleo en fabricación de computadoras y equipo periférico; y el 80% del empleo en fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión, y equipo de comunicación inalámbrico.

La población ocupada en servicios se distribuye de la siguiente manera: 22% por ciento de la población ocupada en TIC se encuentra empleada en los servicios de diseño de sistemas

de cómputo y servicios relacionados; 10% se concentra en el procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados y aproximadamente el 1% de la población ocupada en TIC se dedica a la edición de software y edición de software integrada con la reproducción; el 0.6% del empleo en TIC se dedica a la edición y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet y servicios de búsqueda en la red.

Mientras que un poco más de la quinta parte de la población empleada en la edición de software integrada con la reproducción se ubica en Jalisco, más de la mitad (52.3%) se ubica en el Distrito Federal. En cambio, de la población dedicada a los servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados, el 13.5% se encuentra en Nuevo León; 4.6 en Querétaro; 4.36% en Jalisco y más de la mitad se ubica en el Distrito Federal.

Por lo anterior, en el cuadro 3.7 se muestra la proporción del empleo por cada rama a nivel nacional, respecto al total de las TIC y el empleo con el que contribuye el DF en cada rama.

Cuadro 3.7 México y DF, 2008: Distribución de la población ocupada remunerada por rama de actividad del Sector TIC. [Porcentajes]

Rama de Actividad de las TIC		Proporción del empleo en la Rama respecto a las TIC Nacional	Proporción del empleo en la Rama del DF respecto al empleo por rama Nacional
Manufactura de TIC	33411 computadoras y equipo periférico;	66.03%	0.96%
	33421 equipo telefónico;		
	33422 equipo de tele comunicaciones;		
	33429 otros equipos de comunicación		
Comercio de TIC	43721 Intermediación de comercio al por mayor exclusivamente a través de internet y otros medios electrónicos	0.162%	11.6%
Servicios de Información en Medios Masivos	51121 Edición de software y edición de software integrada con la reproducción	0.94%	52.3%
	51821 Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados	10.17%	15.7%
	51913 Edición y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet y servicios de búsqueda en la red	0.57%	78.6%
Servicios profesionales, científicos y técnicos	54151 Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados	21.97%	50.8%

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Censos Económicos, 2009.

Remuneraciones

Como se ha visto, el sector TIC México aún presenta algunos retos en cuanto a valor agregado y empleo que puedan traducirse en beneficios para la sociedad a nivel nacional. Al considerar las remuneraciones promedio de las actividades de software, se puede observar que, según el censo económico de 2014, el promedio de remuneración mensual por trabajador remunerado es de 12 mil pesos; el personal contratado que proporciona otra razón social es de 23 mil pesos en promedio y el pago por honorarios es, en promedio de 11 mil pesos mensuales por trabajador. (Véase el Cuadro 3.8).

Cuadro 3.8 México, 2014: Remuneraciones e ingresos mensuales según rama de TIC
[miles de pesos]

Clase de actividad económica según el SCIAN	Remuneraciones por personal ocupado remunerado		Pago a personal Contratado y proporcionado por otra razón social		Pago por honorarios o comisiones sin sueldo base	
	miles de pesos mensuales por personal ocupado					
	Nacional	DF	Nacional	DF	Nacional	DF
511210 Edición de software y edición de software integrada con la reproducción	10.04	10.81	28.03	27.95	21.69	27.81
518210 Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados	20.23	18.77	13.97	12.14	3.62	3.97
519130 Edición y difusión de contenido exclusivamente a través de Internet y servicios de búsqueda en la red	10.95	16.61	37.41	40.70	11.46	22.90
541510 Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados	9.56	10.75	13.67	14.03	8.42	9.58

Fuente: Elaboración propia con base en el censo económico 2014, (INEGI, 2015b)

Los datos del censo económico muestran que la mayor remuneración que obtienen los trabajadores de las actividades económicas relacionados con el software, se obtiene mediante la subcontratación, excepto en el procesamiento electrónico de información, hospedaje y servicios relacionados, para la cual se obtiene una mayor remuneración por ser personal ocupado bajo un contrato temporal fijo.

3.2 Agentes del ecosistema de Software

Existe un amplio consenso de que ciertos factores y agentes que influyen en el desempeño de una industria (Lundvall, 1988; Lundvall, 1992). El análisis del Sistema Nacional de Innovación, incluye la visión institucional y económica específica de los países: la política y las instituciones gubernamentales, la infraestructura de TIC; las habilidades de la fuerza de trabajo; los incentivos para la iniciativa empresarial; la capacidad de asumir riesgos; el acceso a capital de riesgo; la contratación pública y los vínculos internacionales.

Además, todos los modelos hacen hincapié en la importancia de la interacción efectiva entre los agentes clave.

Sobre la base de los estudios y modelos que pueden encontrarse en la literatura respecto a los Sistemas Nacionales, la (UNCTAD, 2012) describe al "Ecosistema Nacional-Global de Software", el cual sirve para analizar a la industria en países con distintos niveles de desarrollo, en los que intervienen agentes globales. En la parte central del aporte (el círculo naranja en la Figura 3.6), se encuentra la idea de que las capacidades de software y el desempeño de un país que están determinadas por un sistema de recursos interconectados, capacidades y agentes, tanto económicos como sociales, interesados.

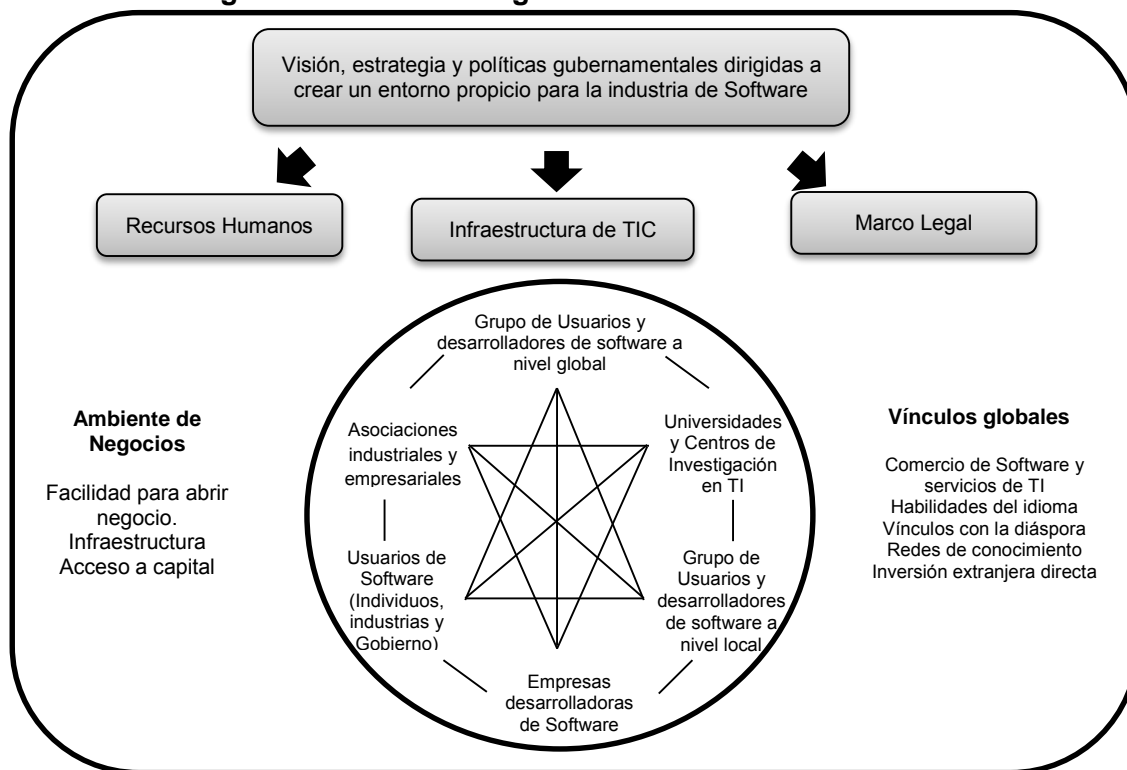
Como se ilustra en la Figura 3.5, en la parte central se identifica a cuatro agentes involucrados en el desarrollo, producción y uso de software:

- Las asociaciones industriales y empresariales de la industria del software;
- Los usuarios de software (Individuos, empresas privadas y de Gobierno), que constituyen la demanda de la industria;
- Los grupos de Usuarios y desarrolladores de software a nivel nacional y global, como una red glocal de producción de conocimiento, para dar cuenta de la creciente importancia de la producción distribuida "entre iguales" en un contexto global en el que se relacionan los desarrolladores de productos de FLOSS, en redes de producción de conocimiento;

- Las universidades y centros de investigación, en la que se detectan usuarios de Software Libre, Productores vinculados a la comunidad global, o llegan a constituir el ambiente propicio para la gestación de grupos de usuarios de FLOSS y formación de talento bajo el modelo colectivo de producción

Las acciones, interacciones y salida de estos cuatro grupos de actores están muy influenciados por el entorno favorable que los rodea, que es a su vez determinada por la calidad y la accesibilidad de las TIC, una infraestructura empresarial adecuada (incluyendo parques tecnológicos, clúster de TI, incubadoras, etc.); el acceso a los recursos humanos y capitales, los marcos jurídicos y normativos, así como por los enlaces con varias redes de software en el resto del mundo. En general, la competitividad del ecosistema nacional de Software se ve afectado por la visión, la estrategia y las políticas nacionales del gobierno para fomentar las capacidades de software y el ecosistema de software en su conjunto, en tres ejes: la formación de recursos humanos; la infraestructura de TIC y el marco legal, sobre todo en cuanto a la propiedad intelectual y el ambiente empresarial.

Figura 3.5 Ecosistema glocal dela Industria de Software



Fuente: Adaptación propia de la Figura I.3 en (UNCTAD, 2012, p. 9)

Aunque en un principio los agentes involucrados en las actividades de ciencia y tecnología fueron fundamentales para generar las capacidades existentes en el ecosistema de Software para absorber; multiplicar y crear conocimiento e información y dar sustento al paradigma tecno-económico actual (Pérez, 2004), con la penetración de las telecomunicaciones y el acceso a redes de comunicación (internet) se han involucrado a más actores sociales y económicos entre los cuales circula la información y el conocimiento.

Estos agentes se pueden agrupar en: Empresas, en las que se incluye a todas las organizaciones con fines de lucro que suministran herramientas para procesar, gestionar y almacenar la información y el conocimiento; Instituciones de Educación, que identifican las debilidades y fortalezas de los recursos humanos para aprovechar las herramientas asociadas con la generación de la información y el conocimiento; la Sociedad, o en términos económicos: los Hogares, que se refiere a las personas organizadas que toman una serie de decisiones sociales y económicas; el Gobierno que agrupa a diferentes dependencias cuya función principal es la administración pública; y finalmente otras organizaciones no gubernamentales como fundaciones o comunidades a nivel local o global que mediante redes y el uso de TIC influye sobre el ecosistema de Software.

Los gobiernos son una parte integral del ecosistema e influyen en su rendimiento, en múltiples formas. Además de la posibilidad de constituirse en compradores nacionales de software y aplicaciones relacionadas, determinan los planes de estudio para la educación de los nuevos ingenieros de software, influyen en la disponibilidad de la infraestructura de TIC, determinan los marcos legales y reglamentarios pertinentes, y coordinan el desarrollo de una visión y una estrategia nacional.

Un papel clave para el Gobierno es la creación de un entorno propicio. Un marco institucional para asegurar que la industria del software se integre adecuadamente en las políticas de TIC más amplias y en estrategias de desarrollo económico. Las posibilidades de que el fomento de un ecosistema de software competitivo pueda contribuir al desarrollo nacional son probablemente mayores si todas las partes interesadas pertinentes coordinan sus actividades y colaborar hacia una visión y meta común. También se requiere una estrecha interacción entre el Gobierno y otras partes interesadas para que el ecosistema sea capaz de adaptarse a los cambios en las tendencias tecnológicas y de mercado que caracterizan a la industria del software.

La tendencia entre las empresas de software que se integran a los sistemas abiertos de innovación se está acentuando, por lo que las empresas nacionales de software comenzaron a considerar la importancia de constituirse como agentes de empresas extranjeras, es decir convertirse en proveedores o insertarse en una cadena global de valor. Estas empresas han sido capaces trabajar como proveedores extranjeros en las ventas de software, la implementación y otras actividades pos venta, como soluciones para, finalmente, acceder a un nicho de mercado.

La forma en que los agentes de la industria del software se organiza en el nivel meso juega un papel importante. Las asociaciones empresariales y varias redes informales (como las comunidades técnicas en línea, sobre todo de desarrolladores de FLOSS) permiten un rápido intercambio de información y conocimiento entre las empresas y usuarios. Además de servir como plataforma para aunar recursos y capacidades para promover la industria del software (Carmelo, 2003, p. 7). En México existen más de 25 clústers de TI que agrupan a más de 700 compañías. Además se han desarrollado 24 parques tecnológicos en el país que integra empresas, centros de investigación, incubadoras, aceleradoras, academias y universidades, que aunado a toda una serie de servicios, buscan promover la competitividad empresarial basada en innovación y actividades de alto valor agregado en la industria de software.

Empresas

Ya se ha afirmado, tras analizar la estructura de mercado, que las 53 grandes empresas presentes en el país son, en su mayoría empresas transnacionales. Para contrastar dicha afirmación se presenta el Cuadro 3.9 en el que se encuentran 16 grandes empresas de la industria de software entre las 500 empresas más importantes, según el ranking 500+ de CNNExpansión.

Dentro de estas empresas, cuatro son mexicanas: Softtek; Hildebrando; Compu Soluciones e Intellego. Considerando que, según datos del DENUE, se encuentran registradas 53 grandes empresas a nivel nacional, con la información de CNN Expansión, se deduce que casi el 90 por ciento de las grandes empresas más importantes de la industria de Software son extranjeras.

**Cuadro 3.9 Empresas de Software en México más importantes en 2014
[millones de dólares (mdd); número de personas empleadas]**

Ranking 2014	Empresa	Ubicación	País	Ventas netas (mdd)	Empleos
26	Cisco México	Chih	EU	101,156	8,000
49	Hewlett-Packard	DF	EU	56,000	nd
84	IBM de México	DF	EU	30,550	nd
184	Microsoft México	DF	EU	8,708	859
244	Softek	NL	MX	7,380	9,600
284	Hildebrando	DF	MX	4,316	4,975
302	SAP México	DF	ALE	5,298	1,950
370	Indra	DF	ESP	3,500	1,800
373	CompuSoluciones	Jal	MX	3,453	340
390	EMC	DF	EU	2,928	347
415	Accenture	DF	IRL	2,662	1,750
471	Intellego	DF	MX	2,070	650
479	Sonda NextiraOne	DF	CHILE	1,846	1,438
481	Xerox Mexicana	DF	EU	1,807	628
486	T-Systems México	Pue	ALE	1,085	1,136
490	Tata Consultancy Services	DF	India	1,065	nd

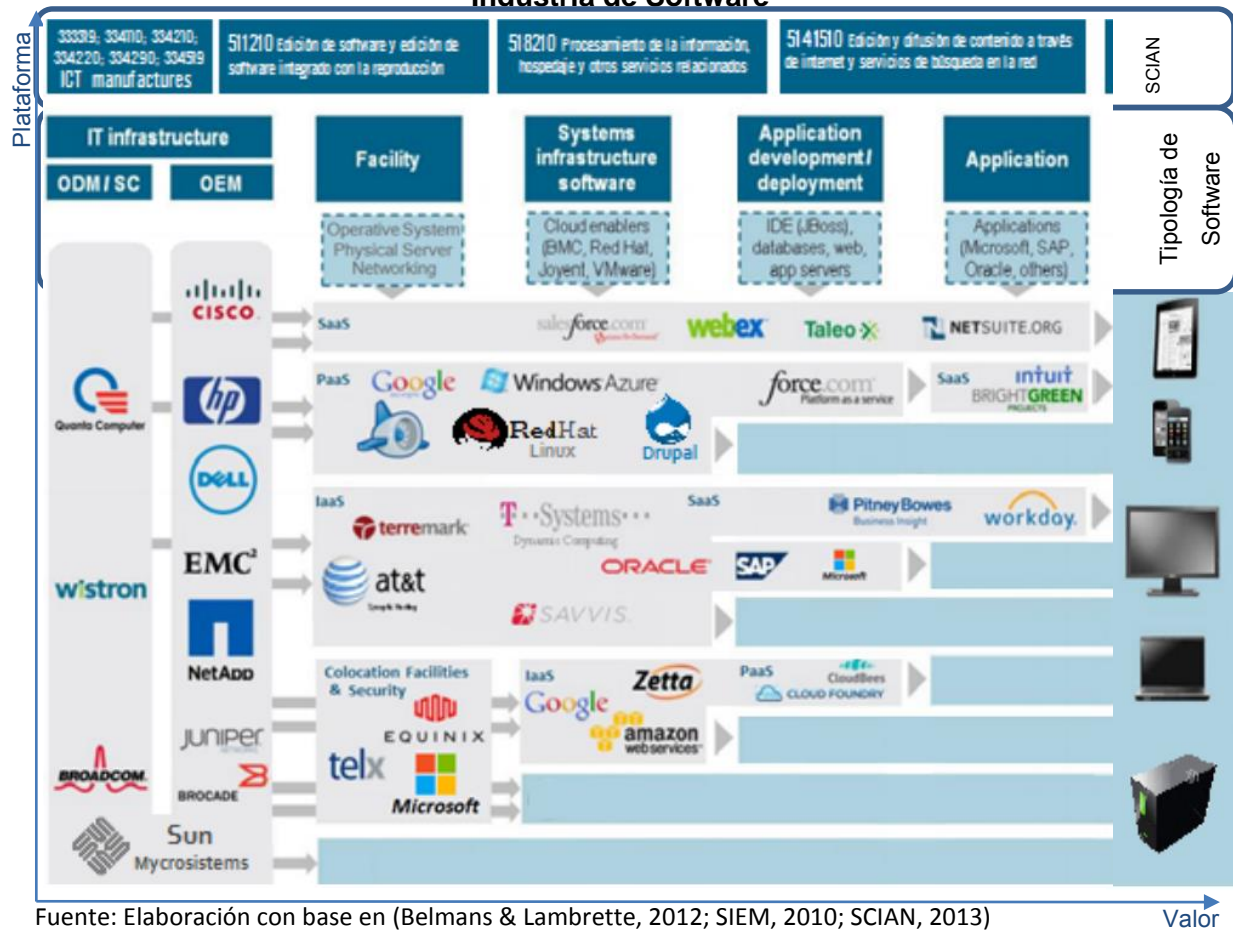
Fuente: Elaboración propia con datos Expansión, [disponible en línea consultado el 17/10/014]
<http://www.cnnexpansion.com/>

Proveedores

Como ya se vio en la clasificación del sector TIC, la industria de Software está relacionada con la industria de la electrónica, que provee el hardware, los microprocesadores y los semiconductores, así como las manufacturas que contienen software embebido, es decir, las manufacturas de TIC.

Con base en el diagrama de la Figura 3.6 y la cadena de valor de (Belmans & Lambrette, 2012), que se muestra la ubicación de las principales empresas, tanto nacionales como globales, que proveen bienes de TIC u otros productos y servicios a las iniciativas empresariales de la Industria de Software. En el eje vertical se ubica la plataforma en la que se comercializan los productos o servicios finales, como: Software infraestructura (IaaS); el software Herramienta (PaaS); el software de Aplicación y el Software como Servicio (SaaS); en el eje horizontal se muestra el valor agregado a través de las clasificaciones superiores bajo el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (véase apartado 2.4 y sección anterior).

Figura 3.6 Empresas representativas a nivel global, en la Cadena Productiva de la Industria de Software



Fuente: Elaboración con base en (Belmans & Lambrette, 2012; SIEM, 2010; SCIAN, 2013)

Cámaras y Asociaciones

CANIETI

La Cámara Nacional de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones e Informática es una institución de interés público, autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio que tiene como propósito principal lograr el desarrollo competitivo de la Industria Nacional relacionada con el sector electrónico, de telecomunicaciones o de Tecnologías de la Información (CANIETI, 2014). En la CANIETI, se afilian las personas físicas o morales establecidas legalmente tanto en la República Mexicana como en el extranjero, que se dedican habitualmente a actividades relacionadas con el sector electrónico, de telecomunicaciones o de Tecnologías de la Información. Actualmente la CANIETI está integrada por más de 1000 empresas afiliadas en todo México, agrupadas para defender y vigilar sus derechos e intereses comunes.

AMITI

La Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de la Información, se autodefine como una organización privada creada para posicionar las Tecnologías de la Información como motor clave para aumentar la competitividad de México, promoviendo el crecimiento de la industria mediante la búsqueda de un marco reglamentario, comercial y legal que facilita el desarrollo de negocios (AMITI, 2014).

Entre las principales iniciativas, la Asociación enumera cuatro:

1. Incrementar la inversión de TIC en el sector público y privado
2. Fomentar Exportación de servicios de TI
3. Formación de Capital Humano en las TIC
4. Gobierno como un serio promotor de las TIC / Plan 2025

Para promover estas iniciativas la asociación cuenta con seis planes de trabajo:

1. Colaborar con el SAT para impulsar las mejores prácticas y aumentar los estándares de competitividad mediante facturaciones, control electrónico de nómina, contabilidad, etc.
2. Promover el uso de Software legal y el cumplimiento de la legislación sobre la protección de la propiedad intelectual.
3. Identificar y vincular los profesionales capacitados que requiere el mercado con conocimientos, habilidades y competencias.
4. Promover estrategias, apoyos e incentivos para fomentar la incursión de empresas de TI en mercados internacionales.
5. Promover estrategias para aumentar los niveles de seguridad informática; y
6. Evaluar y analizar los procesos de compras de TIC en la Administración Pública Federal.

ANADIC

La Asociación Nacional de Distribuidores de Tecnología Informática y Comunicaciones representa a los distribuidores de TIC, establece una comunicación continua y directa con los asociados a fin de apoyar la relación comercial entre las Empresas y Socos conectándolos entre sí. De esta manera, la asociación coloca como visión promover el liderazgo tecnológico, empresarial y de conocimiento generando oportunidades de negocio con Gobierno e iniciativa privada, con representatividad nacional e internacional (ANADIC, 2015).

AMESOL

La Asociación Mexicana Empresarial de Software Libre busca reunir a empresas cuyo modelo de negocio involucra o está basado en el Open Source. Represento como una única entidad a mis socios y busco su beneficio (AMESOL, 2015). Entre las funciones de la Asociación se encuentra apoyar los planes estratégicos, operativos y de marketing de los socios. Para ello ofrece productos o servicios, datos, manuales, contactos, consejos, noticias, oportunidades de trabajo, código y recursos libres para que los socios alcancen sus objetivos de negocio. Los socios de dicha asociación se encuentran en siete estados de la república: Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Nuevo León, Puebla, Sinaloa y Sonora.

AIMSI

La Asociación Internacional de Mentefactura Software e Internet, tiene como propósito apoyar a las empresas y emprendedores en actividades de TI a crecer, mediante la vinculación con el sector empresarial, Industrial y de Negocios y generando espacios útiles para su crecimiento y fortalecimiento de su competitividad. Para ello ofrecen servicios de capacitación, incubación, consultoría y gestión de recursos públicos. La AIMSI tiene signados convenios de colaboración con empresas e instituciones locales y nacionales para el impulso de la mentefactura.

Instituciones de Investigación e Investigadores

Con base en la información de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo de Tecnología; Módulo sobre el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, ESIDET-MTIC (INEGI, 2006), en 2004 se identificaron 36 centros y/o grupos de investigación en tecnología de información (TI) ubicados en 13 entidades federativas, de los cuales 12 son privados y 24 públicos. La mayor concentración geográfica continúa en el centro del país, principalmente en el Distrito Federal. Además se han detectado 56 instituciones que desarrollan proyectos de investigación en el área de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información y 44 instituciones en el tema de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones.

También existen 112 universidades vinculadas con apoyos de programas gubernamentales relacionados con el sector. Dentro de las instituciones más destacadas por el número de publicaciones internacionales se encuentran: UNAM, ITESM, CINVESTAV, IPN, INAOE, CICESE, CIMAT, UANL, UAM, IMP, BUAP, IIE (Universia, 2005).

Las actividades de investigación más importantes en el área temática de las TIC en México están centradas en el desarrollo de inteligencia artificial; robótica; visión computacional; software embebido y el desarrollo relacionado con telefonía móvil, triple play, la identificación por radiofrecuencia (RFID) y el Internet de las Cosas (IOT). Entre las corporaciones Universitarias importantes para el desarrollo de las TIC, destaca el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS), de la UNAM, En la que se desarrolló la red CUDI. Esta red maneja los protocolos más avanzados en redes de telecomunicaciones como son QoS, Multicast, IPv6, H.323, MPLS, y HDTV. La red cuenta con su propio centro de operación (NOC), lo que permite que en la red corran aplicaciones críticas en todas las ramas de la ciencia. Esta red de alta velocidad está dedicada a fines académicos y de investigación. Más de 160 academias y 30 centros de investigación están asociados a esta red.

Grupos de Usuarios

Los Grupos de Usuarios de Linux (GUL) son asociaciones locales o regionales sin ánimo de lucro que surgen generalmente de universidades y centros de estudios. El objetivo principal de estos grupos es difundir el uso de Linux y el Software Libre, así como los valores, filosofía y cultura de desarrollo que representa al movimiento.

En México se han detectado los siguientes GULs: GLIB (Grupo Linuxero del Bajío); GLO (Grupo Linux de Occidente); GULM (Grupo de Usuarios de GNU/Linux de Monterrey); GLUJ (Grupo de Usuarios de Linux en Jalapa), Linux Michoacán, Grupo Linuxero de Irapuato, entre otros.

El grupo de usuarios de Linux se intersecta con el grupo de desarrolladores involucrados en las comunidades globales de desarrollo de Software Libre, en las que participan programadores que realizan actividades con o sin fines de lucro.

La producción de Software de acceso público (o software Libre) está concentrada en las comunidades de desarrollo a nivel global. Según un estudio de la UAM-X (Sampedro, 2011) se estima que a nivel nacional aproximadamente mil desarrolladores y cerca de diez mil usuarios que participan en diversas comunidades, programando mejoras o nuevas líneas de código que mantienen libres para su acceso, modificación o cualquier tipo de uso.

3.3 Beneficios del FLOSS en países de desarrollo y en México

Promoción del aprendizaje local

El FLOSS se desarrolla en un proceso de producción en colaboración con el intercambio continuo entre sus pares, de modo que es propicio para la promoción del aprendizaje. La forma en que el FLOSS promueve la creatividad, la innovación, el liderazgo y el trabajo en equipo es un valor añadido clave, especialmente en los países en desarrollo. Diversos estudios de las comunidades de software libre han demostrado que el proceso de aprendizaje y adaptación de software permite a los usuarios a convertirse en creadores de conocimiento, y no sólo consumidores pasivos de tecnologías protegidas, generalmente bajo patente.

Menores costos y creación de valor local:

La reducción de costos es también uno de los argumentos principales para la adopción de FLOSS (Ajila & Wu, 2007). Para las organizaciones grandes, con un gran número de usuarios, el costo total de licencias de software privativo puede ser considerablemente alto, lo que represente una barrera económica para realizar las actividades. Al utilizar licencias sobre los derechos de propiedad intelectual en un software, las administraciones gubernamentales pueden ser capaces de utilizar los recursos para la capacitación de software y la creación de capacidades y no en pago de licencias (UNCTAD, 2003).

Por otra parte, en los países en desarrollo, los pagos de licencias se hacen a menudo para las grandes empresas transnacionales, lo que significa una salida de capitales, como señaló un ejecutivo de software egipcio (Rizk & El-Kassas, 2010, p. 156). Entre el 70 y 80 por ciento de los gastos aproximadamente, se destinan al pago de licencias, por lo que todo esto representa recursos que salen del país, en forma de regalías”. Esto no quiere decir que utilizar FLOSS no tiene costo. Los costos pueden surgir, por ejemplo, en el desarrollo, instalación, mantenimiento y otro tipo de servicios. Sin embargo, el principal costo que implica para el uso de software libre es el componente de servicio, lo que se relaciona con los costos de mano de obra local y la disponibilidad de competencias en TIC.

Menor dependencia de tecnologías y proveedores específicos

Los usuarios de software en el sector público y privado pueden temer que la elección de software privativo les haga depender del proveedor para futuras actualizaciones, mantenimiento y adaptación. En el desarrollo del proyecto de e-gobierno, por ejemplo, el software juega un papel central. Si se desarrollan este tipo de proyectos con el software

privativo, el código fuente no es de libre acceso, de modo que un gobierno puede quedar enganchado con el proveedor elegido para el mantenimiento y el desarrollo futuro.

Esto también puede actuar como una barrera técnica para los nuevos competidores entrar, dando al proveedor original de una posición dominante en el mercado. En efecto, el comprador termina en una posición débil de negociación vis-à-vis con el proveedor y puede hacer frente a los altos costos de licencias y servicios auxiliares. La confianza en el software libre puede permitir que más empresas actúen potencialmente como proveedores de los productos y servicios relacionados. Con el FLOSS, los archivos de documentación del software y los protocolos están abiertos, lo que hace más fácil migrar a una nueva aplicación o plataforma si es deseable, disminuyendo la dependencia del proveedor.

Cuadro 3.10 Proporción de Software según licenciamiento por tipo¹⁷

Tipo de Software	FLOSS (%)	Privativo (%)	Ratio FLOSS/Privativo
software aplicación (Apps)	46%	54%	0.85
aplicaciones de escritorio	50%	50%	1.00
gestores de procesos de negocio (BPM)	43%	57%	0.75
gestores de relación con el cliente (CRM)	50%	50%	1.00
gestores documentales	50%	50%	1.00
servidores de base de datos	29%	71%	0.40
software como servicio (SaaS)	45%	55%	0.83
aplicaciones de escritorio basadas en cloud	33%	67%	0.50
Servidores	57%	43%	1.33
sistema web mail	44%	56%	0.80
software infraestructura (IaaS)	44%	56%	0.80
de servicios de directorio	25%	75%	0.33
servidores de aplicaciones	57%	43%	1.33
sistema de gestión de contenidos web (CMS)	50%	50%	1.00
sistema operativo	38%	63%	0.60
software herramienta (Tools)	76%	24%	3.14
Compilador	50%	50%	1.00
Depuradores	57%	43%	1.33
editor de texto	71%	29%	2.50
Intérpretes	92%	8%	12.00
Total general	52%	48%	1.10

Fuente: elaboración con base en tipo de Software utilizados en el cuestionario sobre Uso de Software de Fuentes Abiertas en la Administración Pública Estatal (CENATIC, 2011).

¹⁷ La tipología utilizada en esta investigación clasifica al software por tipo de plataforma bajo la que se distribuye, ya que permite ubicarlo de mejor manera dentro de las cadenas globales de valor (véase capítulo 2).

Por otra parte, cuando el código fuente es de acceso libre, la calidad del software producido es probable que sea mayor, ya que más desarrolladores son capaces de proporcionar insumos y detectar posibles errores o defectos.

En los últimos años, el software de código abierto se ha promovido cada vez más y se ha difundido en el mundo entero. El sistema operativo GNU/Linux, un ejemplo ícono del Software Libre rompió el monopolio del sistema operativo para PC de Microsoft. Apache representa la mitad del mercado de software de servidores web; MySQL se está convirtiendo en el sistema de base de datos más utilizada en el mundo. De hecho, casi cualquier tipo de Software tiene al menos un sustituto basado en FLOSS, como se muestra en el Cuadro 3.10

Habilitar adaptación de software a las necesidades locales:

Con un modelo de software libre, el usuario tiene permiso para realizar cambios en el código fuente existente y adaptarlo si es necesario para el contexto específico. Cualquier programa de software libre se puede traducir y modificar para adaptarse a las necesidades y requerimientos lingüísticos, culturales, comerciales y regulatorios de cualquier lugar, sin tener que pedir permiso a los autores originales o intercambiar términos y condiciones durante el uso de intermediarios y asesores legales.

Esto puede ser importante en los países en desarrollo, por ejemplo, cuando los productos de software y aplicaciones se necesitan en varios idiomas. Mientras que la adaptación también es posible con el software privativo, un comprador tiene atado al proveedor en cuestión y tiene una posición de negociación más débil.

Seguridad Nacional

Abordar las inquietudes relacionadas con la seguridad nacional y la disponibilidad a largo plazo: Si el código fuente se conoce totalmente, hay todas las posibilidades de revisar el sistema y determinar si un programa en particular contiene vulnerabilidades que podrían permitir el acceso no deseado a la información confidencial.

Por tanto, la opción de software libre puede ser atractivo desde una perspectiva de seguridad nacional. Tener acceso al código fuente es esencial en el caso de uso de software crítica en ámbitos tales como instalaciones militares, la gestión de infraestructuras y sistemas de atención de salud. Contratante desarrollo de software sin recibir el código fuente añade riesgo para el proxeneta. Si los desarrolladores disuelven o su empresa cierra, la aplicación puede llegar a ser difícil de servicio, actualizar o continuar desarrollando.

Poseer el código de software da la opción de publicarlo bajo una licencia de software libre, en particular si es demasiado especializado para tener el potencial de ventas de volumen.

A pesar de estas ventajas, no hay una fuerte confianza depositada en el FLOSS. La razón predominante para el uso de software privativo en los países en desarrollo es la presencia de un gran número de usuarios que están familiarizados con éste, a veces como resultado de la utilización generalizada de las copias sin licencia de software privativo.

Algunos agentes pueden sentirse más cómodos optando por el software privativo, de marca, producido por un proveedor que ofrece un paquete de formación, mantenimiento y soporte. También puede haber problemas relacionados con la interoperabilidad entre el nuevo software y sistemas existentes. Otra razón para optar por el software privativo es la idea de que la creación de capacidad relacionada con las TIC, desde la alfabetización a la educación superior y el desarrollo profesional, se ha centrado principalmente en tecnologías patentadas, lo que contribuye a la construcción de una masa crítica de personas capacitadas en el software en particular, así como a una resistencia a cambiar a algo nuevo y no probado. Incluso en las economías TIC relativamente avanzadas, tales como Italia, China y Singapur, una supuesta falta de habilidades de software libre ha actuado como una barrera para una mayor adopción del FLOSS (Piva, et al., 2012; Tian, 2014; Koh, 2009).

En el futuro previsible, por lo que es probable que los usuarios contarán con una mezcla de software de código abierto y privativo. Los puntos de interés son la importancia relativa de los dos modelos y la exploración de posibles complementariedades entre ellos. Como se discute más adelante en este capítulo, el equilibrio entre los dos está evolucionando en formas diferentes para diferentes tipos de software y en diversas partes del mundo. Para lograr un mayor uso de software libre en los sectores público y privado, es importante fomentar el desarrollo de habilidades y capacidades en el sector de las TIC pertinentes para garantizar que los usuarios potenciales pueden confiar en una transición de soluciones de software privativo. Como en la siguiente sección destaca, hay varias formas en que las empresas de software locales pueden construir un modelo de negocio en torno a FLOSS.

Software libre y de Fuente Abierta en México

México es el país de origen del proyecto de software libre llamado GNOME, fundado por los mexicanos Federico Mena y Miguel de Icaza. Este proyecto trata de mejorar la capacidad de uso de software libre de escritorio para que sea atractivo para un público no técnico muy amplio, y compita con la interfaz de Windows de Microsoft.

En la década de los noventa, el uso de software libre en México se enfocaba, sobre todo en servidores y computadoras centrales que administran la información de un grupo de PC's. Actualmente se encuentra, sobre todo en supercomputadoras (la Xeon E5-2697v3 en el CINVESTAV; la Xeon E5-2670; la DL145 Opteron Dual Core 2.6 en la UNAM y la Intel Xeon E54xx en la UAM que utilizan Linux).

Actualmente, el FLOSS es desarrollado principalmente por universidades, grupos de usuarios y desarrolladores y por un pequeño pero creciente número de empresas que venden servicios de software, las cuales pueden aprovechar este tipo de software como parte de una estrategia de dominación de su nicho de mercado, venta de servicios, soporte y capacitación, entre otros servicios.

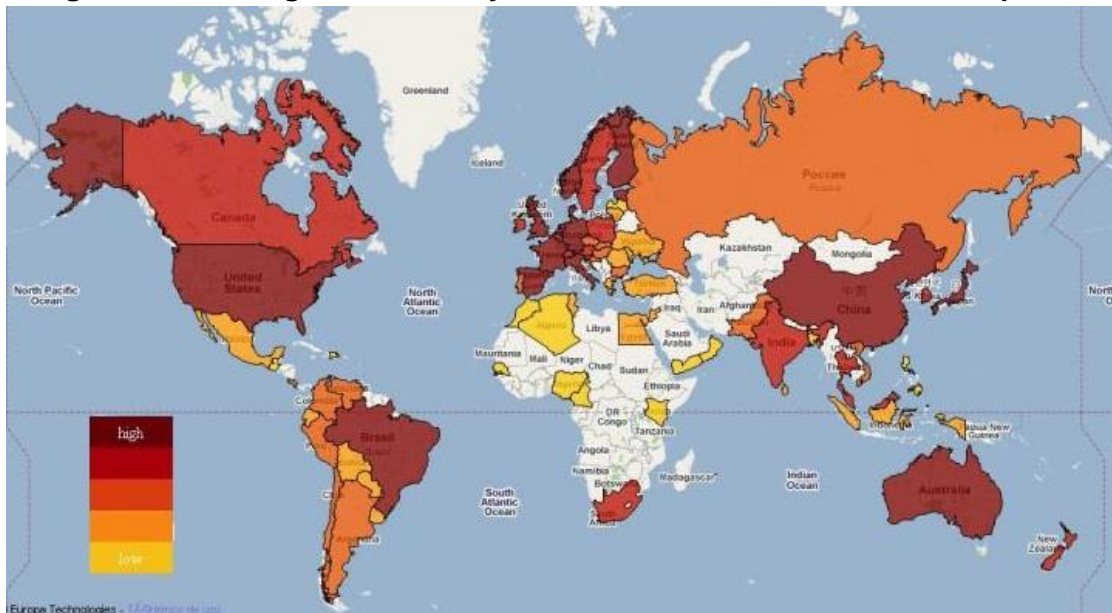
Existen varias razones por las que los usuarios de software y de las empresas productoras, especialmente en los países en desarrollo, adoptan el uso de FLOSS. Como parte de sus estrategias para el desarrollo de las capacidades para la producción de software, los gobiernos también han optado por incluir el uso de FLOSS en la administración pública y lo han considerado en las políticas relacionadas con la industria, sobre todo en relación con el uso de software en el sector público.

No obstante, en México, el uso y desarrollo de FLOSS, está rezagado del de otros países del mundo¹⁸. Como puede verse en la Figura 3.7 México ocupa el lugar 51 de 75 en el ranking de uso y desarrollo por la sociedad; el 45 para el uso y desarrollo de FLOSS por el Gobierno y 52 en el Uso y desarrollo por la Industria y el número 24 en el uso y desarrollo por comunidades y para la academia.

Por su parte, en cuanto al ambiente a favor del FLOSS por la sociedad, el gobierno, la industria, y las comunidades o la academia, las posiciones en el ranking siguen debajo de la mediana: 44; 39 y 45 para el ambiente a favor del desarrollo industrial y la formación de comunidades y el uso en la academia (véase cuadro 3.11).

¹⁸ De acuerdo con el mapa sobre la actividad y la penetración del uso de FLOSS, realizado por la empresa más innovadora con base en FLOSS, según la revista Forbes, Red Hat, Inc., en colaboración con el Georgia Institute of Technology; México presenta un índice bajo de aceptación de FLOSS, solo por arriba de algunos países africanos en donde se realizó el estudio.

Figura 3.7 Ranking 2009 de Uso y desarrollo de Software Libre en 75 países



Fuente: Red Hat, Inc. 2009 <http://www.redhat.com/about/where-is-open-source/activity/>
[Consultado el 02/03/2011]

Cuadro 3.11 2009: Ranking sobre ambiente; uso y desarrollo de Software Libre en países seleccionados de la encuesta a 75 naciones.

País	Ranking de uso y desarrollo de FLOSS por la sociedad	Ranking de uso y desarrollo de FLOSS por el Gobierno	Ranking de uso y desarrollo de FLOSS por la Industria	Ranking de uso y desarrollo de FLOSS por comunidades y la academia	Ambiente Social a favor del FLOSS	Ambiente Institucional a favor del FLOSS	Ranking de Ambiente Industrial a favor del FLOSS	Ranking de Ambiente para propiciar comunidades y educación sobre FLOSS
Francia	1	1	25	3	15	18	18	17
España	2	2	22	10	20	20	29	21
Alemania	3	4	19	5	16	14	23	18
Australia	4	14	4	11	11	7	16	10
Finlandia	5	19	1	18	5	12	5	8
Reino Unido	6	7	15	7	8	8	13	4
Estados Unidos	9	28	13	2	2	3	7	2
Dinamarca	10	12	8	31	4	2	9	6
Italia	11	8	20	15	22	25	23	23
Brasil	12	3	43	14	45	40	65	42
México	51	45	52	24	44	39	45	45

Fuente: Red Hat, Inc. 2009 <http://www.redhat.com/about/where-is-open-source/activity/>
[Consultado el 02/03/2011]

Al indagar sobre las posibles razones por las que el uso y desarrollo de FLOSS, así como el ambiente para la aceptación en distintas áreas en México es tan bajo y recurrir al Ranking sobre la Valoración del FLOSS en la sociedad, para países de habla hispana, se observa la correlación con la valoración de este tipo de software en México.

Como puede observarse en el Cuadro 3.12, Costa Rica obtiene el mayor índice de aceptación social, seguido por Nicaragua y España. No obstante, en México la valoración del FLOSS es relativamente bajo, comparado con otros países que recientemente han conjuntado esfuerzos para crecer económicamente en Latinoamérica, y aún más si lo comparamos con el respecto del mundo.

Las posiciones en los rankings mostrados se deben, entre otros factores, a la baja difusión de los beneficios económicos de producir bajo una cultura colaborativa. Aunque el FLOSS representa una forma legal y viable de adquirir software, sin incurrir en piratería, en México, a diferencia de otros países, las instituciones informales y formales aún no han promovido la adopción, ni el desarrollo competitivo del FLOSS.

Cuadro 3.12 Ranking sobre la valoración del Software Libre en la sociedad de países hispano hablantes en 2014

Posición	Índice de Valoración del FLOSS en la Sociedad	País
1º	10	Costa Rica
2º	7.05	Nicaragua
3º	6.69	España
4º	6.43	El Salvador
5º	6.01	Colombia
6º	6.00	Uruguay
7º	5.61	Argentina
8º	5.31	Bolivia
9º	5.20	Chile
10º	5.20	Venezuela
11º	4.94	Perú
12º	4.57	Guatemala
13º	3.74	Ecuador
14º	3.39	México
15º	3.38	Honduras

Fuente: Valoración del FLOSS por países de habla hispana

<http://www.portalprogramas.com/software-libre/informe>[consultado el 15/01/2015]

El desarrollo del FLOSS en México es incipiente, no obstante, el crecimiento a nivel nacional ha sido importante, sobre todo a partir de la crisis mundial de las TIC de 2001-2002. En 2002 la participación del FLOSS en el software total nacional se estimó en 7.9 por ciento, y en 2004 ya representaba el 9.2 por ciento. Por otra parte, a nivel nacional de 2003 a 2004 el número de servidores con programas de FLOSS creció de 14,960 a 20 mil (Sampedro, 2011).

3.4 Marco normativo de la industria de Software en México

Como ya se adelantó en el primer capítulo, los aspectos institucionales constituyen las reglas bajo las cuales se llevan a cabo las transacciones económicas. Estas reglas buscan definir derechos de propiedad y establecer normas para enajenar y expropiar un valor o un recurso para facilitar el intercambio económico.

Las implicaciones de los tratados internacionales, que se ubican jerárquicamente por encima de las leyes, ya se han discutido en el primer capítulo. No obstante, en este apartado se describe brevemente el marco institucional: los programas de política pública, leyes judiciales y económicas; normas y otras disposiciones que definen o limitan las actividades de la industria que se derivan de los acuerdos y tratados internacionales ya revisados.

Leyes

Ley de Derechos de Autor y leyes anti piratería.

El 25 de marzo de 1997 entró en vigor la Ley Federal del Derecho de Autor, la cual sustituye a la de 1956 (reformada en los años de 1963 y 1991). El origen del cambio se debió al Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLCAN) y los Acuerdos sobre los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (ADPIC), publicado en el Diario Oficial de la Federación del viernes 30 de diciembre de 1994.

Los artículos 101 a 114 de la Ley de Derechos de Autor regulan en forma específica la protección de Programas y las Bases de Datos a través de la obtención de un certificado autoral expedido por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAutor).

Como complemento a esta ley, para evitar la falsificación del software, se establece en el código Penal Federal del cual los artículos 424 al 429 que regula directamente a la industria de Software. En estos artículos se estipula un periodo de prisión de seis meses a seis años y de trescientos a mil días de salario mínimo de multa a quien viole los derechos de autor del espectro electromagnético, redes de telecomunicaciones y de los programas electrónicos.

También se suma la Ley Federal Contra la delincuencia Organizada, en su artículo 194, apartado 33 en materia de derechos de autor.

Con base en estas leyes, las Instituciones Reguladoras Contra la Piratería, en México, son tres:

- El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)
- El Instituto Nacional de Derecho de Autor (INDAutor)
- La Business Software Alliance (BSA)

Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares

Conforme a lo estipulado en el artículo 16 de la constitución mexicana de los Estados Unidos Mexicanos: “Toda persona tiene derecho a la protección de sus datos personales, al acceso, rectificación y cancelación de los mismos...” Además en el artículo 6 de la misma ley magna, se establece que “toda información en posesión de cualquier autoridad, entidad, órgano, organismo federal, estatal y municipal, es pública y sólo podrá ser reservada temporalmente por razones de interés público en los términos que fijen las leyes”.

El reglamento de la ley federal de protección de datos personales en posesión de particulares regula las actividades de algunas empresas de software debido al tratamiento de la información que se llega a requerir en el cumplimiento de sus objetivos. Así, las iniciativas empresariales que requieran recabar, almacenar o recabar información personal se deben regir por dicha ley.

En el artículo 10 al 14 de la Ley se establece que las organizaciones requieran recabar los datos personales directa o personalmente de su titular, deberán previamente poner a disposición de éste el aviso de privacidad, el cual debe contener un mecanismo para que, en su caso, el titular pueda manifestar su negativa al tratamiento de sus datos personales para las finalidades que sean distintas a aquéllas que son necesarias y den origen a la relación jurídica entre el responsable y el titular. La solicitud del consentimiento deberá ir referida a una finalidad o finalidades determinadas, previstas en el aviso de privacidad.

Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación

La Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación considera como factor clave del desarrollo económico a las TIC, tal como se puede derivar del artículo primero, sección IX de la Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación, que propone fomentar el desarrollo tecnológico y la innovación de las empresas nacionales que desarrollen sus actividades en territorio nacional, en particular en aquellos sectores en los que existen condiciones para generar nuevas tecnologías o lograr mayor competitividad.

Dado que México ha realizado insuficientes inversiones en ciencia, tecnología e innovación, a pesar de haberse planteado el objetivo de llegar al 1% del PIB en Gasto para la Investigación y Desarrollo, La Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación también determina

a la Industria de Software, puesto que se ha reconocido que el desarrollo de infraestructura de TIC es beneficioso para las MiPyME. Por lo cual se ha propuesto mejorar a las nuevas tecnologías, la participación de las MiPyMe en las redes de conocimiento y apoyar la inversión de I+D e innovación.

Planes y programas de fomento a la industria de Software.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 propone una política moderna de fomento económico en sectores estratégicos, orientada a eliminar fallas de mercado que impiden a las pequeñas y medianas empresas alcanzar su máximo potencial en las diferentes regiones de país. Entre todos los Objetivos, Metas y Estrategias transversales del Plan, se deja muy claro la importancia de desarrollar las TIC para tener un Gobierno Cercano y Moderno; Promover la transformación Institucional; Mejorar la seguridad Nacional; Tener un México Incluyente; Mejorar la capacidad Intelectual para fortalecer el sistema Educativo; Difundir la Cultura y el Deporte; Promover un Desarrollo Económico Sustentable; Desarrollar un Mercado Interno Competitivo; entre otros. Además se deja explícita la necesidad de discutir y analizar el fomento a la educación basada en Software Libre, y otras tareas para el cumplimiento de algunos objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (Gobierno de la República, 2013).

Dentro del Programa de Desarrollo Innovador, que establece como objetivo Mejorar el desempeño del sector Industrial Mexicano a Nivel Mundial, se destaca la importancia del comercio y los servicios. Dentro de los servicios enfocados a empresas e intensivos en conocimiento sobresalen los relativos a TI, así como los servicios profesionales, científicos y técnicos. Estas actividades son relevantes por fungir como catalizadores de innovación y productividad para el resto de los sectores económicos. Un ejemplo de ello es el uso de las TI, junto con prácticas gerenciales de alto nivel, que pueden incrementar hasta 20% la productividad en las empresas. Por tal razón, este programa también es fundamental para la Industria de Software.

Prosoft

Desde el sexenio de 2000 a 2006, el gobierno de México ha situado el desarrollo del software como una de las prioridades para el crecimiento económico del país. Desde entonces se busca que las empresas mexicanas desarrollen capacidades para competir en los mercados internacionales con éxito. Consecuentemente, en el año 2002, el gobierno federal creó el Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (Prosoft) que fundamentó sus acciones en una visión de clústers regionales, con el objetivo de posicionar

a México como un jugador importante, tanto a nivel latinoamericano como global, en la industria de tecnologías de la información y servicios relacionados con la misma (UAM, 2004; ITAM, 2005; González, 2006; Mochi, 2006; González & Rodenes, 2007; Hualde & Gomis, 2007; Hualde, 2008; Hualde & Mochi, 2008; Mochi & Hualde, 2008, Rivera, et al., 2010).

Para alcanzar los propósitos planteados por el Prosoft se han desarrollado siete estrategias:

- 1) promover las exportaciones y atraer la inversión extranjera directa;
- 2) Incrementar la educación y formación de personal competente en el desarrollo de software, en cantidad y calidad convenientes;
- 3) contar con un marco normativo y promotor de la industria;
- 4) desarrollar el mercado interno;
- 5) fortalecer la industria local;
- 6) alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos; y
- 7) promover la construcción de infraestructura física y de telecomunicaciones (Secretaría de Economía, 2002).

En una segunda versión del programa, llamado *Prosoft 2.0*, se replantean algunas estrategias y se refuerzan las tareas que dieron resultados positivos. En esta versión se abarca un mayor número de actividades en torno a los servicios de tecnologías de la información, especialmente los servicios de subcontratación en los procesos de negocios (BPO, Bussiness Process Outsourcing).

Una de las herramientas más importantes del programa ha sido su fondo de apoyo, integrado por subsidios previstos en el Presupuesto de Egresos de la Federación. El fondo ha incrementado sus recursos disponibles de manera sostenida, pasando de 72 millones de pesos en 2004 a 748 millones en 2015.

Desde sus inicios, hasta la actual versión del Prosoft 3.0, el programa ha tenido, además de una perspectiva sectorial, un proyecto para el desarrollo regional, pues dentro de los objetivos se encuentra beneficiar no solo a unidades empresariales sino al entorno institucional mediante la creación y consolidación de agrupamientos empresariales.

Otras políticas sectoriales que apoyan el desarrollo de las TIC, entre otros sectores estratégicos, se describen brevemente a continuación:

CONACYT-PEI

El Objetivo del Programa de Estímulos a la Innovación del Conacyt es incentivar la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la investigación, el desarrollo tecnológico e innovación a través de estímulos para mejorar la competitividad de la economía nacional.

CONACYT-SE-FIT

El Fondo de Innovación Tecnológica es un fideicomiso creado entre la Secretaría de Economía y el Conacyt, especialmente para apoyar a las MiPyME y a Empresas tractoras (aquellas que fomentan el crecimiento y el desarrollo económico a nivel macroeconómico).

CONACYT-SE-FINNOVA

EL Fondo Sectorial de Innovación tiene como objetivo aumentar la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, el registro nacional e internacional de propiedad intelectual; la formación de recursos humanos especializados; becas; creación, fortalecimiento de grupos o cuerpos académicos o profesionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación; divulgación científica, tecnología e innovación.

Normas

Como ya se argumentó en el segundo capítulo, el software surgió como un requerimiento para cubrir la necesidad de procesar, transmitir o almacenar la información. Desde el nacimiento de la industria se ha buscado generar productos de la mejor “calidad” posible (lo que sea que esto signifique), ya que los clientes o usuarios a nivel global, la van demandando, por lo que muchas veces se requiere una certificación de la calidad para exportar software. Dado que estos estándares influyen en la participación de las empresas dentro del contexto global, las certificaciones descritas en esta sección son consideradas en el diseño del cuestionario aplicado a los casos de estudio de la investigación.

Debido a la definición y naturaleza del software (procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones del hardware) hablar de calidad de un producto de software ha llevado a la discusión acerca de lo que se debe entender como calidad y sobre todo de cómo medirla. Las características intangibles del software complican a definición de calidad porque muchas veces puede ser considerado como algo subjetivo, es decir, depende del usuario y del proyecto o producto de software. Inicialmente se midió la productividad del desarrollo de software mediante el número de líneas de código, número de sub programas fuente, o técnicas similares, que no resultaron adecuadas.

Posteriormente se realizaron estimaciones de coste (Constructive Cost Model) y por eficiencia (funcionalidad). Los primeros esfuerzos exitosos para medir el software datan de 1979 por IBM con la métrica del punto función para medir el tamaño del software con base en el concepto de funcionalidad. (IBM, 1979). En 1987 Hewlett-Packard (HO) desarrolló una métrica para medir la calidad del software con base en la funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, desempeño y capacidad de soporte (FURPS, por las siglas de los factores en inglés).

Ante la necesidad de un consenso acerca de las definiciones de calidad del software se han creado distintos estándares o normas para medirla y evaluarla. La organización internacional de normas (ISO) ha definido el estándar de Medida del Tamaño Funcional con el que se busca medir el software según la satisfacción a las necesidades del usuario.

Actualmente existen distintos estándares de calidad que se aplican a la industria del software. En los siguientes apartados se hablará de las normas y las certificaciones de calidad más conocidas en la industria del Software. Este tema es relevante por dos aspectos.

El primero por la producción flexible o ágil que caracteriza a la industria de software y en segundo lugar porque generalmente se asocia el software privativo a un alto nivel de calidad.

No obstante, la calidad del FLOSS puede ser equivalente o superior a la calidad del software privativo. El tema, ciertamente excede a los objetivos de la investigación, por lo cual solo se mencionan las características de las normas para argumentar que aún en esta área el FLOSS ofrece una ventana de oportunidad para incrementar las capacidades y tener certificaciones avaladas internacionalmente, tanto por la comunidad del FLOSS como por las iniciativas empresariales que conocen y aceptan este modelo de negocio.

Algunas de las certificaciones más utilizadas en la industria mexicana incluyen a la CMM (Certification for Meeting Management); CMMI (Capability Maturity Model Integration); y MOPROSOFT (Modelo de Procesos para la Industria de Software). Según la (Secretaría de Economía, 2002), existían registrados 403 centros de desarrollo evaluados en algún proceso de calidad (sobre todo CMMI y MoProsoft), en 21 Estados de la República.

CMM

Según (Santiago, 2005) el CMM representa el máximo estándar en ingeniería de software, innovación, velocidad y satisfacción del cliente. EL CMM está compuesto de 316 prácticas claves agrupadas en 18 áreas y distribuidas en cinco niveles, a través de los cuales una empresa alcanza mayor productividad y menores costos en el desarrollo de software.

CMMI

El modelo CMMI se trata de un modelo de evaluación de los procesos de software de una organización. Fue desarrollado inicialmente para los procesos referente al software por la Universidad Carnegie -Mellon, con la finalidad de evaluar la madurez y proponer un plan de mejora en el desarrollo del software de acuerdo a los niveles que se establecieron de acuerdo al CMM que representan la evolución de este modelo desde un nivel inicial hasta un estado de mejora continua.

SCE

El Modelo SCE (SOFTWARE CAPABILITY EVALUATION) es un método desarrollado para evaluar los procesos software de una organización con el objetivo de determinar su capacidad. Sus principales áreas son la selección del suministrador, la monitorización del proceso y la evaluación interna. Y se agrupan en tres categorías: procesos organizacionales, gestión de proyectos y procesos de ingeniería.

Normas ISO

Las normas de la Organización Internacional para la Estandarización, mejor conocida como ISO, es una agencia especializada en la estandarización internacional para facilitar el intercambio de bienes y servicios, así como el desarrollo científico y tecnológico. Uno de los modelos base para mejorar las operaciones en el desarrollo de software es el estándar de calidad ISO 9000; ISO/IEC 12207, también llamada Software life cycle processes, SDLC y la ISO/IEC 1504, también conocida como Software Process Improvement Capability Determination, SPICE (ISOTools, 2015).

MoProsoft NMX-059/01-NYCE-2005

El modelo MoproSoft para la Industria del Software es un modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. Este Modelo fue desarrollado por la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software, a través de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional

Autónoma de México. Moprosoft es el nombre del modelo en la comunidad universitaria y profesional, declarada Norma Mexicana el 15 de agosto de 2005.

El modelo destaca la importancia de la gestión de recursos, con especial relevancia en aquellos que componen el conocimiento de la organización: productos generados por proyectos, datos de los proyectos, mediciones, documentación de procesos y datos cosechados a partir del uso y de las lecciones aprendidas. El Moprosoft se basa en los modelos de procesos ISO 9001, en las áreas de procesos de los niveles 2 y 3 de la CMM, entre otros marcos ISO. Los autores del Moprosoft consideran que los modelos de evaluación y mejora CMMI e ISO/IEC 15504 no resultan apropiados para empresas pequeñas y medianas de desarrollo y mantenimiento de software, como las que predominan en la industria mexicana de Software.

Norma Mexicana NMX-I-119-NYCE-2006

Creada en 2006, mediante el Programa Nacional de Normalización, esta norma surgió como una traducción del estándar internacional ISO/IEC 19761. Así, México fue de los primeros países en adoptar el estándar de calidad. Actualmente se sigue promoviendo la adopción de esta norma.

Según un informe COSMIC, hasta febrero de 2015 se han certificado 17 personas, de seis empresas, todas transnacionales, a través de la empresa SPINGERE, la única autorizada por el Consorcio de COSMIC para México (COSMIC, 2011).

La importancia de esta certificación se debe a que, desde 2014 se estableció el Manual Administrativo de Aplicación General en materia de tecnologías de la información y comunicaciones (MAAGTICSI), observada por la Administración Pública Federal y en la Procuraduría General de la República, dentro de la que se establece una matriz de metodologías, normas y mejores prácticas aplicables a la gestión de las TIC, entre las que se encuentra la NMX-I-119-NYCE-2006.

Normas y certificaciones de FLOSS

Una de las características relevantes del FLOSS en cuanto a la calidad (también mencionada por (Raymond, 1999)) es el ciclo de vida del producto, caracterizado por mejoras incrementales rápidas debido a la cantidad de programadores involucrados en algún proyecto de FLOSS, y por la comunicación y a distribución de tareas y roles en el desarrollo del software.

El ciclo de vida del FLOSS es diferente al del software tradicional. El éxito de los proyectos de Software Libre y de Fuente Abierta se debe, no solo a la capacidad de organización y atracción de programadores (altamente capacitados y aficionados) motivados a colaborar a lo largo del proceso de producción del software, sino a la rapidez de desarrollo y los bajos costos.

La descentralización de las decisiones, el diseño ex ante, la implementación y manejo de errores y la auto asignación de roles en el desarrollo, según las habilidades de los programadores, ha provocado que el proceso de desarrollo tipo *Bazar* (véase el apartado 2.3), constituya un modelo de desarrollo en paralelo a gran escala, a través del ensamblado de partes de código fuente, relativamente pequeños e independientes. Con este proceso se garantiza la producción ágil, de calidad y bajo costo.

Algunos estudios mencionan que las normas de calidad, que ya se han descrito, no pueden ser aplicadas en las MiPyME por las grandes inversiones monetarias, de tiempo y de recursos humanos (Saiedian & Carr, 1997; Staples, et al., 2007), una de las razones por las cuales se estableció la norma MoProsoft. Por consiguiente, las certificaciones de proceso y de calidad que ofrecen las empresas e institutos basados en FLOSS, pueden ser adoptadas por las MiPyME para automatizar la evaluación de calidad del software que se desarrolla. Así las soluciones de fuente abierta muestran ser tan eficaces como las enumeradas anteriormente, pero implican un menor coste de licencia y mantenimiento.

Ante esta situación la Iniciativa de Fuente Abierta (Open Source Initiative, OSI), ha anunciado la “OSI Certified” a las empresas proveedoras de software que aprueben tener y cumplir con la licencia de open source bajo la cual se distribuye el software (OSI, 2014). Asimismo el Linux Professional Institute otorga cuatro tipos de certificaciones:

Linux Essentials Professional Development Certificate;

LPIC-1: Linux Server Professional Certification;

LPIC-2: Linux Network Professional Certification; y

LPIC-3: Linux Enterprise Professional Certification (LPI, 2014).

Además de estas certificaciones, otras empresas reconocidas a nivel internacional que se basan en FLOSS ofrecen certificaciones de calidad en ciertos procesos de desarrollo de software:

Certified MySQL 5.0 o anteriores;

Developer/DBA (CMDEV/CMDBA);

Ubuntu Certified Professional;

Ubuntu Certified Professional;

Novell Certified Linux Administrator/Engineer/Instructor;

Red Hat Certified Technician/Engineer/Architect;

Java certified professional programmer, entre las más importantes.

Conclusiones

De la información agregada sobre la industria de software se corrobora el tipo de estructura atomista. 98% de las unidades económicas registradas en 2013 eran MiPyME; y dado que casi una tercera parte de todas las unidades económicas se encuentran en el Distrito Federal, el estudio exploratorio que se realiza en esta investigación tiene relevancia para iniciar un acercamiento hacia los procesos de innovación debidos a la vinculación y al uso de fuentes abiertas, dada la importancia de la innovación en el crecimiento empresarial.

La evidencia muestra que de todas las actividades (tanto manufacturas como servicios) relacionados con las TIC, las miles de unidades económicas (3,285 a nivel nacional y 969 en D.F.), no son suficientes para satisfacer el mercado nacional de manera eficiente, por lo que se observa un saldo de la balanza comercial de bienes TIC negativos.

Por su parte, México aún presenta retos pendientes en actividades Investigación y Desarrollo. El número de proyectos de I+D relacionados con el Software que se invierten en México en comparación con otros países de reciente industrialización (India y China) o de América Latina nos permite suponer que para las empresas no es factible ni atractivo realizar dichas actividades por falta de capacidades, por lo cual destinan 1.5 veces más proyectos a Brasil que a México. Otro aspecto importante es la proporción de proyectos proveniente de las empresas más importantes de México: IBM y Microsoft; principales proveedores de manufacturas y servicios TIC, sobre todo de software embebido y empaquetado.

En este sentido se ha verificado que existe relación entre las empresas más importantes en México, que se han convertido en los principales proveedores de TIC y servicios profesionales (mediante la formación de recursos humanos) y son líderes de la industria de Software, como actores dominantes en el sistema de innovación. Ante esto, se ha verificado

la concentración recursos para el acceso a certificaciones y normas de calidad, a las que las MiPyME no siempre pueden acceder debido a sus restricciones financieras.

En materia de certificaciones y normas de calidad, que representan un costo institucional para poder exportar software, también se tiene ciertos retos en materia legislativa y metodológica. A pesar de que se han creado certificaciones específicas para mostrar la calidad del software nacional, mediante la Norma MoProsoft, las empresas aún buscan certificarse bajo normas más confiables. Los problemas económicos e institucionales que se vislumbran en este capítulo permiten deducir que los retos para que la Industria de Software en México rompa con el atraso se pueden superar adoptando modelos de vinculación para generar capacidades de innovación y complementarlo con estrategias de mercado a fin de reducir los costos institucionales y generar confianza en la calidad de los intangibles como el Software.

Ante la situación económica bajo la que se desarrolla la industria en el DF que ha obligado a las empresas a adoptar estrategias relacionadas con la inserción en la cadena de valor global, y considerando la estructura atomista, convendría que el modelo mexicano se enfocara desarrollara con base en dos aspectos clave: 1) acceder a rentas de aprendizaje, como el modelo indio de subcontratación (outsourcing), pero ante el diferencial de salarios y ante el hecho de que adoptar tal esta estrategia implica acceder, únicamente a rentas nacionales, 2) también se debe desarrollar las capacidades de innovación que permita a la industria incrementar la competitividad y promueva la independencia de los proveedores y “partners”, ya que los campeones mexicanos de la industria del software corren el riesgo de desperdiciar sus recursos y crear dependencias hacia arriba y hacia abajo de la cadena de valor. En este sentido, cabe preguntarse si el modelo mexicano de software tiene una visión alternativa de producir un bien o servicio final para comercializarlo en los mercados internacionales como un insumo vital de un conjunto de actividades frente a las importaciones y las actividades de exportación.

4. Modelos de Innovación y uso de Software Libre en empresas del Distrito Federal. Estudios de caso

Introducción

El contexto global en el que se desarrolla la industria de Software en México influye sobre las decisiones de innovación; de cooperación-competencia entre los agentes del ecosistema de Software; y sobre la transferencia de conocimiento. Dadas las condiciones expuestas en los capítulos anteriores, las empresas mexicanas de la industria de software tienen la oportunidad de aprovechar la información libre (FLOSS) e insertarse en redes de colaboración con la comunidad de desarrolladores de FLOSS, nacional e internacional, para incrementar la velocidad de la innovación, disminuir costos y crecer.

En uno de los estudios más relevantes sobre el tema se encontró (gracias a un análisis econométrico con una muestra de 199 empresas italianas), que adoptar el modelo de innovación colectivo, vinculándose con la comunidad FLOSS presenta una probabilidad 23% mayor de innovar; tienden a introducir dos soluciones de software adicionales en comparación con las empresas de software basadas en el modelo privado de innovación; y tienen un 13% de probabilidad de obtener mayores niveles de ganancia respecto a sus contrapartes que no colaboran con comunidades FLOSS (Piva, et al., 2012).

El análisis de las ESIC innovadoras que se estudian en esta investigación busca contribuir al diagnóstico sobre los patrones de innovación con base en tecnologías abiertas, las cuales se caracterizan por ser bienes públicos, libremente reveladas, como se revisó en el primer capítulo.

Las ESIC innovadoras desarrollan software bajo dos modelos de innovación colectivo y privado.

Cuadro 4.1 Modelo de innovación de las Empresas de Servicios Intensivas en Conocimiento Estudiadas.



Fuente: Elaboración propia

Uno de los móviles que tienen las empresas para introducir éste tipo de cambios organizativos y de proceso para ofrecer productos y servicios diferenciados, es la obtención de mayores beneficios y, en última instancia, lograr una sobre ganancia o renta diferencial.

En este capítulo se contrasta las causas y consecuencias de la adopción de los modelos de innovación colectivo y privativo. La adopción del modelo de innovación responde a la estrategia para alcanzar uno o más de los siguientes objetivos (véase la hipótesis de la investigación en la pág.19)

1. Asegurar la supervivencia y crecimiento de la empresa;
2. Ampliar la comercialización de las innovaciones en los mercados;
3. Incrementar las capacidades de innovación;
4. Minimizar costos por licencias e institucionales;

En efecto, la estrategia adoptada (privativa o colectivo) depende de la madurez en el ciclo de vida en que se encuentra la empresa, pues mientras que los emprendimientos y las MiPyME buscan reducir costos recurriendo a infraestructura y herramientas libres (FLOSS), cuando crecen y se consolidan pueden ofrecer capacitación o difundir el uso de los productos y servicios que inicialmente demandaban y además les permite ofrecer servicios libres con base en infraestructura propia u obtener recursos para invertir en Investigación y Desarrollo, es decir, que el modelo colectivo, permite ampliar o diversificar la oferta. Cuando las empresas crecen o se consolidan continuarán utilizando software libre o de fuente abierta si puede beneficiarse de la red global de producción bajo la adopción de valores de reciprocidad, colaboración y según los incentivos que reciban para difundir las innovaciones. En contraste, las empresas MiPyME que nacen bajo el modelo privativo buscarán incrementar la calidad del software mediante innovaciones de proceso, obtención de certificaciones, y fomentando fidelidad y dependencia del cliente, lo que implica una tendencia a especializarse en cierto mercado o cartera de productos y servicios.

Respecto a la primera hipótesis, la estrategia de la empresa se inclina por el modelo de innovación colectivo, basado en FLOSS, estableciendo redes globales de producción que le permitirá aprovechar el efecto red para acceder a mercados de tipo nicho.

Por su parte, el modelo privativo, que se basa en Software Privativo, responde a estrategias de inserción a cadenas globales de producción, estableciendo ciertas relaciones de dependencia con el proveedor pero que permite acceder a mercados más consolidados.

Estas empresas sirven de intermediario a las empresas proveedoras para la obtención de clientes, gracias a las certificaciones como partners, ofreciendo servicios y productos de software privativo en el que confía el mercado y los inversores adversos al riesgo.

Respecto a la segunda hipótesis, el modelo que adopta la empresa influye en el desarrollo de las capacidades de Innovación. El uso del software que ha sido libremente revelado, permite a las empresas mejorar sus capacidades internas porque permite acceder al código para estudiar el software y realizar mejoras; lo que incrementa el acervo de capital cognitivo.

En contraste, las empresas que adoptan el modelo de innovación privativo buscarán aprovechar los beneficios de las certificaciones de calidad que compra de proveedores de software privativo. De esta manera desarrollará mejores prácticas de producción y de gestión de los activos intangibles para entrar al mercado con una imagen de mercado más atractiva, que permita reducir el riesgo de comercialización. De esta manera, las empresas que adoptan el modelo privativo se convierten en partners certificados, lo que los hace dependientes del proveedor pero les garantiza cierta cuota de mercado, bajo un modelo en el que confía el mercado y los inversores o clientes adversos al riesgo.

La empresa que sigue el modelo de innovación colectivo, basado en FLOSS, presenta una accede a una de las ventanas de oportunidad expuestas por aprovechará los beneficios de la vinculación con las redes (comunidades intensivas en conocimiento) para acceder a bienes informacionales libres, disponibles gratuitamente o a bajo costo. Además representa una estrategia reducir costos por pago de licencias sobre los derechos de autor. Por su parte, el modelo privativo disminuirá costos de transacción, en relación a lo mencionado en la hipótesis anterior, ya que el software libre genera cierta desconfianza en los usuarios respecto a la calidad y a los servicios de soporte en caso de fallas, de modo que al adoptar un modelo privativo, se reducen costos institucionales por el bajo riesgo de comercialización, dado por la confianza que genera en los clientes.

Para responder a las preguntas de investigación sobre las oportunidades que representa el modelo de innovación colectivo con base en FLOSS y los beneficios de la colaboración con redes globales de producción de información libremente revelada, en este capítulo se describen los factores externos e internos que permiten acercarnos a identificar las razones por las cuales la empresa adopta cierto modelo de innovación.

Entre los factores externos que explica la adopción de cierta estrategia, se encuentra el contexto en el que nace y se desarrolla la empresa y el mercado. Entre los factores internos se retoma el tamaño de la empresa; el aprendizaje obtenido durante el ciclo de la vida de la empresa; la orientación de la oferta; las capacidades de conocimiento, como la formación o el nivel educativo del personal; los vínculos y la inversión, así como la estructura organizacional.

En el último apartado se comparan los niveles y procesos de innovación que permitan contrastar los resultados del modelo de innovación colectivo y del privativo.

El estudio exploratorio permite afirmar que:

1. Durante el periodo de emprendimiento, los fundadores adoptan el modelo de innovación colectivo como estrategia para minimizar costos.
2. El modelo de innovación colectivo permite generar mayores capacidades de innovación, respecto al modelo de innovación privativo.

4.1 Origen de las empresas

La etapa de emprendimiento de las ESIC así como los sucesos críticos que marcan su desarrollo influyen en la adopción del modelo de innovación (privativo o colectivo), lo cual explica el uso de cierto tipo de FLOSS así como los vínculos y asociaciones que tiene con los agentes del ecosistema nacional de software.

En el cuadro 4.2 se resume la información más relevante sobre la formación de las empresas estudiadas. Como puede apreciarse, algunas empresas nacen con ciertos vínculos que permiten diferenciar la producción o disminuir el riesgo de comercialización de las innovaciones.

Once 01 es la empresa que reporta un mayor grado de vinculación con redes de producción de FLOSS, desde la fundación hasta la actualidad. Esto ha influido en la adopción del modelo de innovación colectivo. No obstante, aún se enfrenta a retos importantes para la comercialización de sus productos. Como se verá más adelante, la vinculación con la red de producción global de FLOSS permite la independencia de proveedores para realizar las innovaciones. No obstante, si el modelo de innovación colectivo, no se complementa con actividades de comercialización, tanto el crecimiento como la actividad innovadora se verán amenazadas.

Grupo SSC, que también ha adoptado un modelo colectivo se desprende de ANSYS como su representante exclusivo en México y Centro América. ANSYS es líder mundial de software de simulación numérica estructural, dinámica de fluidos computacional, electromagnetismo. También están vinculados con la compañía Dassault Systemes, desarrolladora del software CATIA, una herramienta de diseño estándar en la industria aeroespacial y automotriz.

El desarrollo de la empresa muestra una exitosa gestión de capital relacional. La lista de clientes asciende a más de mil y ha establecido vínculos con más de 250 universidades en todo el país, ofreciendo sus servicios a sectores variados, como Automotriz, Petroquímica, Aeroespacial, Bienes de Consumo, Maquinaria y Equipos, Procesos y Energías Renovables.







Factor Evolución y Praxis también han adoptado el modelo de innovación colectivo pero tienen distintos grados de interacción con las redes globales de producción de FLOSS. Mientras que Factor Evolución ofrece todos sus servicios basándose en reutilización y mejora de FLOSS, así como servicios de certificación de FLOSS, la estrategia de Praxis es complementar las capacidades internas para ciertos servicios más estandarizados. Mientras que Factor Evolución realiza innovaciones a la medida o a petición del cliente, de modo que las tecnologías suelen tener mayor grado de estandarización, Praxis ha diversificado su cartera de productos, ofreciendo bienes y servicios con cierto grado de estandarización, y un productos y servicios específicos que requieren distintos grados de interfaz con el usuario y proveedor (véase apartado 4.3)

Government Solutions es el caso con menores vinculaciones con la red global de producción de conocimiento. Como se verá posteriormente, la estrategia de ésta empresa es ofrecer una canasta de productos y servicios.

BrainUp Systems que se basa en software privativo. Dado que nació como desprendimiento de otra empresa fabricante de ordenadores, periféricos y software, entre los productos de BrainUp Systems se encuentra el software embebido, Software herramienta para conectividad a SAP; Infraestructura como servicio y Software como servicio, aunque también ofrece capacitación.

Las ESIC tratan de establecer una estrategia relacionada con la viabilidad producto-mercado, para la obtención de beneficios derivados de la diferenciación del producto o servicio, lo que permite la obtención de ganancias de tipo N3 (véase cuadro 1.3).

Cuadro 4.2 Antigüedad y formación de las ESIC estudiadas.

Empresa/ Marca	Tamaño	Edad* (años)	Año de crisis	Aspectos relevantes de la formación
<p>ONCE 01</p> 	Micro	4	2011	La empresa tiene como antecedente, un modelo de negocio (proceso) basado en la operación de hosting y soporte especializado basado en FLOSS, desarrollado por Sandino Araico, modelo registrado con la marca <i>Sandino Networks</i> en 2004. Cuando las ventas de Sandino Networks generó los ingresos suficientes, Sandino Araico fundó su empresa con el propósito de ofrecer su modelo de negocio y separar las áreas administrativas de las técnicas y aumentar el mercado.
<p>Factor Evolución</p> 	Pequeña	15	2000	Los fundadores se conocieron en la universidad e iniciaron el proyecto empresarial en 2000. Con base en FLOSS, ofrecieron servicios web, análisis en tiempo real de encuestas y servicios de conectividad para las universidades. Después de tener problemas con comercialización, lograron incrementar su oferta hacia farmacéuticas, bancos, maquiladoras, agencias de investigación de mercado y hotelorías. En 2003 crean el sitio "Linux Para todos.net" con el que ofrece capacitación y certificaciones de Linux y cambian la asociación a Factor Evolución. En 2004 entran a la AMESOL.
<p>Grupo SSC</p> 	Mediana	14	2001	Inicialmente la organización era distribuidor de ANSYS Co., ofreciendo consultoría de TI (hardware y desarrollo de soluciones) durante 20 años. En 2001 se crea el <i>Grupo SSC</i> como desprendimiento (spín off) de ANSYS, manteniendo los vínculos; ofreciendo Servicios de Software y Consultoría; soporte; capacitación; simulación numérica; y servicios de súper cómputo, basado en FLOSS.
<p>Praxis de México</p> 	Grande	17	1998	Nace con 35 personas, de los cuales 5 fueron socios fundadores. Iniciaron ofreciendo desarrollo y consultoría de software al sector financiero. Entre 2001 y 2003 se vieron afectados debido a la baja demanda de TI, sobre todo en el área de desarrollo. Diversificaron su oferta ofreciendo seguridad, testing y otros servicios de redes internas para las corporaciones basados en FLOSS. Además obtuvieron la certificación CMMI Nivel 5, de la cual también ofrecen capacitación y certificaciones.
<p>Government Solutions</p> 	Pequeña	10	2005	El proyecto de la empresa nace en 1990 por parte de los fundadores que trabajaban en TI y observaron los beneficios que podrían ofrecer al sector público. Sin embargo la empresa se funda hasta 2005, siendo su principal producto <i>Harweb</i> . Esta plataforma web está orientada a la gestión de proyectos y a la administración de recursos humanos, materiales y financieros para mejorar los procesos de administración pública, con especialización en el proceso de nómina.
<p>BrainUp Systems</p> 	Grande	18	1997	El proyecto nace en 1997 dentro de la empresa <i>Nueva Generación en Sistemas de la Información</i> (fabricantes de ordenadores, periféricos y software, fundada en 1989). Con tres socios y 7 empleado fundadores, más el apoyo de un cliente, se fundó Brain Up Systems. Luego de sufrir el incendio en otro edificio, se instalaron en el clúster de TI de la Ciudad de México, ofreciendo servicios de TI e intermediación con universidades y centros de investigación; desarrollo; y capacitación.

Notas: * Desde el año de fundación a 2015. ** Proporción porcentual de las innovaciones basadas en FLOSS

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas. Datos disponibles del CEPCyT-FE, UNAM.

Esta estrategia se alcanza gracias a la experiencia adquirida por parte de los fundadores que identifican las necesidades del mercado, el esfuerzo por mejorar los productos y servicios existentes o al generar competencias distintivas, como innovaciones en productos y servicios para un nicho específico de mercado. También pueden alcanzarse en el caso de empresas

Cuando la empresa nace pequeña y no tiene una reputación establecida, evita confrontaciones directas con los competidores; aprovecha las relaciones con las empresas conocidas para establecer vínculos. Cuando nace como una *spinoff* independiente, aprovecha el conocimiento, la experiencia sobre las necesidades del mercado, los nichos vacantes y algunos vínculos para realiza innovaciones incrementales respecto a la empresa de la que se desprendió. Otra estrategia importante es la tendencia a recurrir a intermediarios en la comercialización, pues el tamaño suele ser insuficiente para contar con un área interna especializada en ventas.

Con el tiempo, y sobre todo ante ciertas dificultades o crisis, se observan las primeras innovaciones organizativas y de proceso que se implementan tras el crecimiento y la complejidad de la organización.

En conclusión, las MiPyME adoptan el modelo de innovación basado en FLOSS para aprovechar los vínculos con otros agentes del ecosistema de software, asegurar la supervivencia y el crecimiento , dado que requieren superar sus restricciones financieras, acceder a software herramienta e infraestructura libres (generalmente a bajo costo).

4.2 Mercado

Las empresas determinarán qué modelo de innovación adoptar según la misión y visión de la empresa al momento del nacimiento (factor interno), como de la estrategia de mercado que deseé aprovecha (factor externo). En cuanto al mercado, dado que las empresas reconocen que no se trata de una estructura monopólica pero tampoco entran a mercados perfectamente competitivos (en el cual los productos son homogéneos y existe información perfecta), una de las tácticas de las iniciativas empresariales consiste en convencer a los consumidores potenciales que sus productos o servicios de software son únicos, diferenciando el producto para evitar las comparaciones con bienes informacionales sustitutos o servicios rivales. Consecuentemente, tanto pueden manipular la oferta y los precios, como pueden evitar que la competencia posea información sustituta durante algún tiempo que no revelen la información sobre sus procesos y bienes.

Otra estrategia de mercado complementaria es combinar un producto a precio bajo con un servicio a precio alto. De esta manera se puede vender un producto de software a bajo precio, sobre todo gracias al tipo de licencia con el que se difunden las innovaciones con un servicio complementario de mantenimiento, garantía o actualización de nuevas versiones. En este sentido se aprovecha lo que el nobel de economía, George Stigler denominaba los costos de búsqueda, a los que debe recurrir un consumidor de bienes complejos (como lo es el software). A los consumidores les resulta difícil averiguar cómo mantener o mejorar un software, de modo que las empresas pueden vender servicios posventa como un bien complementario al producto de software ofrecido, que ofrezca mantenimiento, actualizaciones constantes del software.

En efecto, el mercado al que se enfrentan las ESIC estudiadas no es competitivo u hostil porque desde su fundación, y a través del aprendizaje durante el crecimiento, las empresas buscan nichos relativamente libres, acceden a mercados de forma relativamente sencilla gracias a las asociaciones empresariales; vínculos con redes de desarrolladores o con empresas grandes o transnacionales, a fin de realizar innovaciones incrementales para satisfacer ciertas necesidades débilmente satisfechas de los consumidores objetivo.

Dado que se trata de aprovechar ciertos nichos, las cuotas de mercado de la industria de software, a nivel nacional son muy bajas. Sin embargo, cabe destacar que aunque los mercados estén relativamente concentrados a nivel regional, la empresa mediana que se basa en FLOSS representa una cuota de mercado comparable a la gran empresa que no se basa en herramientas de Software Libre o de Fuente Abierta.

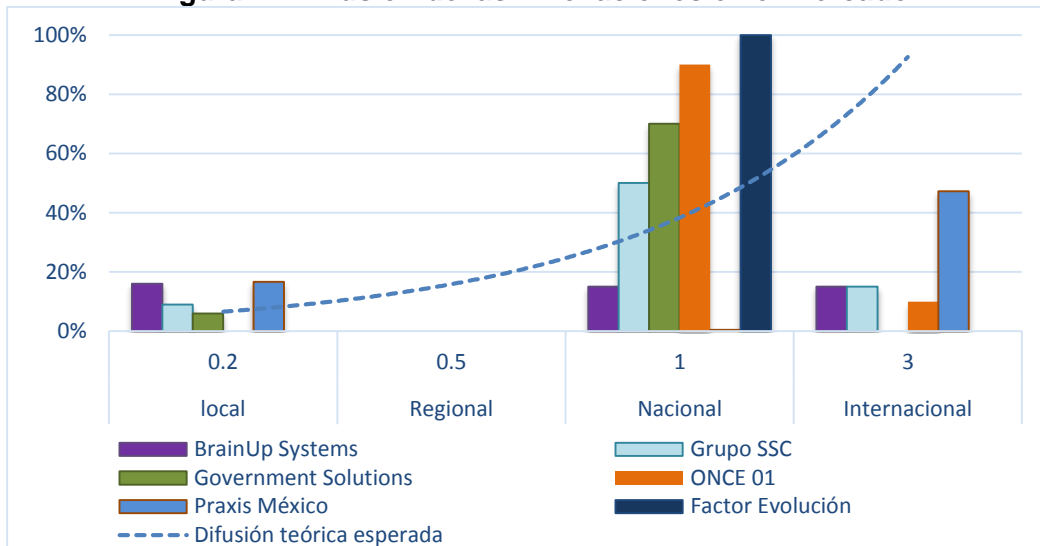
Cuadro 4.3. Características de las ESIC Sw de estudio

Nombre de la empresa	Modelo	Tamaño	Cuota de Mercado Nacional	Ventas en el Mercado Regional	Ventas en el Mercado Nacional	Ventas en el Mercado internacional
ONCE 01	colectivo	Micro	0.01%	0%	90%	10%
Factor Evolución	colectivo	Pequeña	0.02%	0%	100%	0%
Grupo SSC	colectivo	Mediana	0.32%	45%	50%	5%
Praxis de México	colectivo	Grande	0.93%	83.41%	0.84%	15.75%
Government Solutions	privativo	Pequeña	0.17%	30%	70%	0%
BrainUp Systems	privativo	Grande	0.30%	80%	15%	5%

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas. Datos disponibles en el CEPcYT-FE, UNAM.

Con lo anterior, y dado el porcentaje de las ventas que representan las innovaciones, se observa que para las ESIC estudiadas la difusión se encuentra concentrada en ciertos mercados. En efecto, las empresas buscan acceder a mercados de tipo nicho, en los que no se encuentra plena competencia.

Figura 4.7 Difusión de las innovaciones en el mercado



Fuente: Elaboración propia con base en datos recabados por el CEPcyT-FE, UNAM.

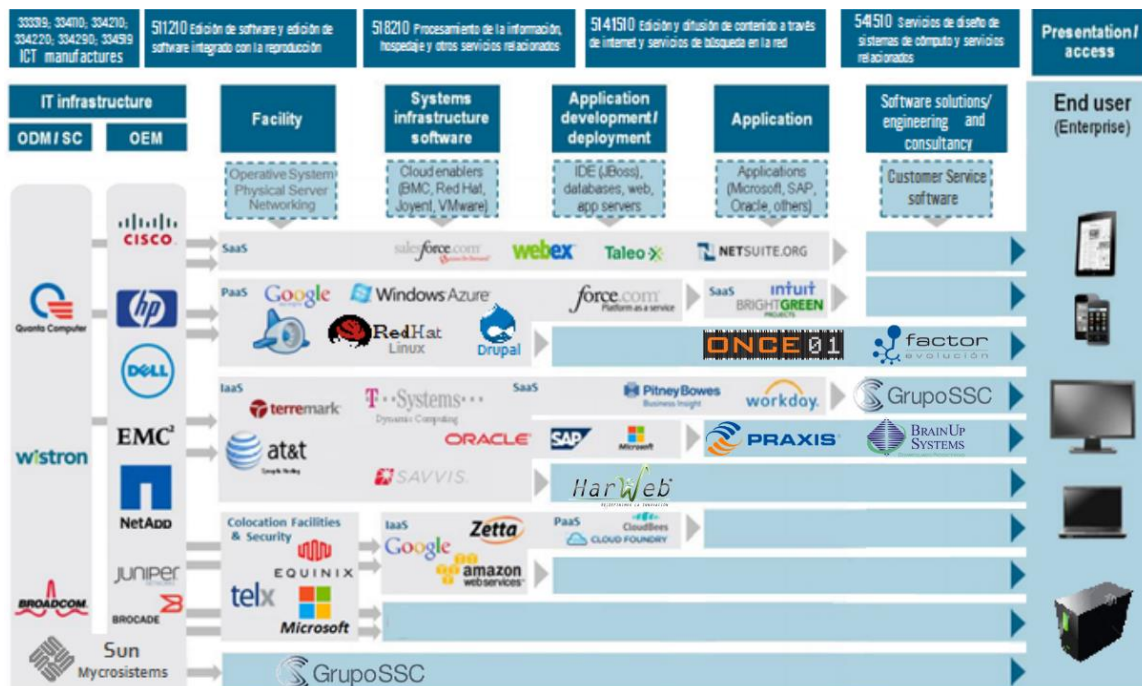
Oferta: Tipo de productos y servicios (ubicación en la cadena de valor)

Para identificar la oferta de las ESIC estudiadas, en la siguiente figura se han ubicado dentro de la cadena de valor revisada en el capítulo anterior. La ubicación ayuda a identificar el tipo de productos y servicios de TIC que requieren para la producción, así como las principales empresas proveedoras de dichos bienes. Además es útil para identificar la plataforma o vía de comercialización (IaaS; PaaS; SaaS, revisadas en el capítulo 2). Así se observa, en la figura 4.1 la ubicación de las empresas estudiadas por clasificación industrial de acuerdo al SCIAN (en la parte horizontal) y el tipo de plataforma mediante el que comercializan los productos y servicios de software (en el eje vertical).

Consecuentemente, las ESIC entrevistadas ofrecen consultoría y *soluciones de software* a petición del cliente. Este tipo de Servicios, intensivos en conocimiento, como los servicios médicos, requieren conocer las necesidades del cliente y las alternativas de productos y servicios que se requieren para ofrecer sus servicios finales, esto implica tener cierta vinculación con los proveedores y conocer los productos y servicios hacia atrás de la cadena de valor.

Sin embargo, este tipo de servicios intensivos en conocimiento son considerados tradicionales porque presentan un desempeño poco trascendental para elevar la competitividad del sector y la región donde se ubican (Corona, 2014).

Figura 4.1 Ubicación de las ESIC en la cadena de valor y plataforma de distribución



Fuente: Elaboración con base en (Belmans & Lambrette, 2012) y casos de estudio.

Once 01 ofrece soporte especializado, hosting y servidores virtuales como los principales servicios, lo que permite a la ESIC organizar y gestionar contenidos en los sitios web de las empresas clientes. De esta manera las actividades de la empresa podrían clasificarse dentro de las actividades 518210: Procesamiento de la información, hospedaje y otros servicios relacionados.

No obstante, los servicios que ofrece para administración web, y los servicios orientados a seguridad informática, hacen que la empresa pueda editar y distribuir contenido a través de internet, actividades que según el SCIAN, se encuentran en la clasificación 5141510. Además ofrece consultoría para otorgar soluciones de software a petición del cliente.

ONCE 01 también ofrece servicios profesionales para la formación de capacidades y recursos humanos con base en FLOSS, del cual el principal mercado es el sector Público, al que puede ofertar productos y servicios de software competitivos a bajo precio y aprovechar los altos costos de búsqueda de los usuarios, aumentando la probabilidad de obtener un mercado cautivo.

Así, en cuanto al valor de las ventas de Once 01, el 95% se lo debe a gobierno. Sin embargo, del total de proyectos, el 60% de son comprados por PyME; el 20% destinado a educación y el 20% restante para administración web.

Por su parte, Factor Evolución también ofrece consultoría y servicios de software para medir y mejorar la calidad de los servicios en tiempo real; servicios web, portales para administración pública y capacitación de personas, grupos o empresas en el ramo de Tecnologías de Información, a través de seminarios, cursos y certificaciones.

La empresa ha adoptado tecnologías abiertas para diversificar la oferta de productos y servicios de software, a mercados diversos como el turístico, farmacéutico, metalúrgico y ciertos proyectos para servidores públicos o servicios de seguimiento geo estadístico de ciertas actividades políticas, tanto de servidores públicos como para favorecer la comunicación de comités vecinales.

La principal actividad relacionada con el uso de FLOSS es la capacitación. Factor evolución ofrece certificación de servicios web en Linux; certificación en administración de servidores basados en Linux, certificación en infraestructura de red en Linux, entre otros cursos basados en Software Libre.

La Figura 4.2 muestra la proporción de la oferta de cada ESIC destinada a distintas actividades económicas, en donde se puede apreciar que el Grupo SSC presenta una mayor diversificación de su oferta, seguido por Brain Up Systems y Praxis de México. Las empresas con acceso a un mercado más específico son Government Solutions (que ofrece Hardweb para administración de nóminas en el sector público) y ONCE 01.

Grupo SSC ofrece simulación en mecánica, flujo de fluidos, electromagnetismo y otras áreas de la física; además ofrece soluciones de software específico, servicios de supercómputo y servicios de seguridad informática, con base en FLOSS. Además ofrece cursos (en vinculación con la Universidad de Guanajuato), capacitación y certificaciones y consultoría en ingeniería en hidrocarburos.

Praxis de México tiene su oferta diversificada. Los servicios que ofrece se dividen en especialidades y servicios estandarizados. Entre las especialidades se encuentran la consultoría y soluciones a petición del cliente; manejo de errores a través del servicio Solution Center (basado en FLOSS); Administración de Proyectos; Desarrollo Móvil, Servicios de Hosting; otros SaaS y soluciones basadas en SAP.

En cuanto a los servicios estandarizados, Praxis ofrece capacitación, certificaciones CMMI, licenciamientos, subcontratación para cómputo en la nube, entre otros servicios que permite mejorar los procesos de las empresas cliente e incrementar su productividad.

Figura 4.2. Distribución porcentual de la oferta según número de proyectos



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas. Datos disponibles en el CEPCyT-FE, UNAM.

Government Solutions, un Independent Software Vendor (ISV) Partner, de Microsoft, se ha especializado en ofrecer su solución *Harweb*. Su principal servicio permite simplificar el cálculo de Nómina Gubernamental, bajo esquemas de operación desconcentrados y descentralizados; se mejora la administración de Proyectos, la administración del Presupuesto Basado en Resultados, Contabilidad, Planeación presupuestal de ingresos y egresos, Selección de Personal, Comercialización, Desempeño Gubernamental, Inventarios, Proyectos de investigación, Servicios de Tesorería, entre otros.

Brain Up Systems, también ofrece soluciones de software según los requerimientos de los clientes. Entre las líneas de negocio se encuentran los servicios de consultoría, soporte y programación con base en SAP; Servicios para reducir los costos de gestión, mantenimiento y monitoreo de la infraestructura tecnológica; Servicios enfocados a crear y mejorar la imagen digital de las empresas y áreas de marketing. Finalmente complementan los servicios ofreciendo capacitación con base en SAP, según las necesidades del cliente.

Las Empresas diversifican se concentran en ciertos nichos de mercado según las estrategias adoptada desde la formación, por crisis económicas, por las habilidades y capacidades que han desarrollado basadas en el tipo de software que utilizan, así como las estrategias que pueden aprovechar de las características del mercado para mantener a sus clientes.

Dado que las empresas pueden orientar su oferta a distintos productos, independientemente del modelo de innovación adoptado, será necesario utilizar otros medios de acercamiento para analizar el tipo de software que producen, qué tantos requerimientos de conocimiento requiere (intensidad de conocimiento) y si éste puede formularse como una causa del modelo de innovación adoptado por la empresa.

4.3 CAPACIDADES para la innovación

El desarrollo de las capacidades de innovación es fundamental para la supervivencia y crecimiento de las MiPyME. Como se revisó en el apartado 1.4, la capacidad de innovación de las empresas está determinada por la gestión de recursos obtenidos externamente; y por la gestión de recursos internos.

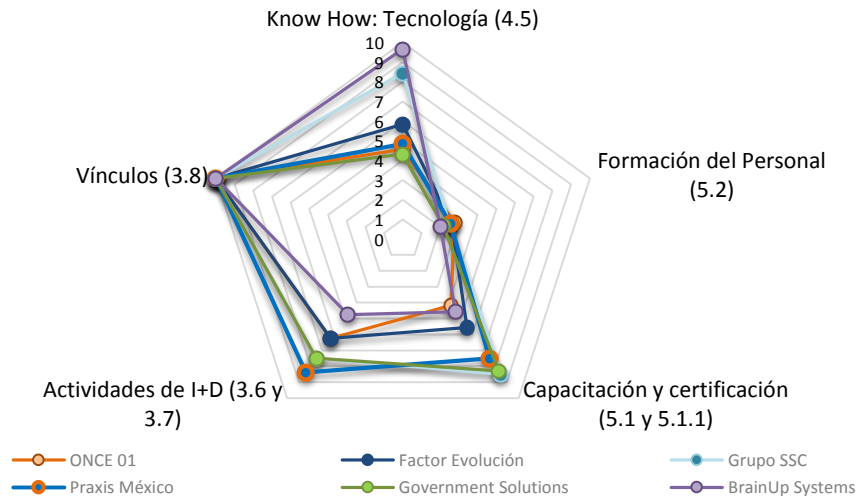
En este apartado se estudiarán los factores internos y externos que permiten el desarrollo de capacidades para la innovación. Entre factores internos se estudia, primeramente, el Capital Humano, mediante el nivel de formación del personal ocupado y la asimilación de nuevo conocimiento, a través de la capacitación y certificación del personal. En segundo lugar se analiza el Capital Estructural, es decir, la estructura organizativa que tienen las empresas para realizar actividades de investigación y desarrollo; y para proteger el conocimiento con títulos de propiedad intelectual

Entre los factores externos que se analizarán en este apartado se encuentran el capital relacional estudiado bajo el análisis de redes sociales y las interfaces entre las empresas con el usuario y el proveedor, para tener una panorámica sobre las relaciones entre los agentes a nivel local, nacional e incluso global.

Las empresas obtuvieron el máximo valor en el índice sobre vínculos porque, como se verá en el análisis sobre el capital Relacional, en promedio se establecen cuatro conexiones por empresa y el índice para dicha pregunta, otorga el máximo puntaje mediante una variable binaria, es decir, si la empresa reporta un tipo de relación (como caso de éxito) o si no reporta vinculación, para el cual se le asigna un valor nulo.

Sin embargo, dados los resultados de los estudios de caso se confirma que las empresas que adoptan un modelo de innovación colectivo tienden a estar por arriba de la media en los factores de conocimiento inicial y en las actividades de investigación y desarrollo, mientras que el modelo de innovación privativo (basado en software privativo) se encuentra por arriba de la media, solo en el conocimiento del uso de tecnología necesaria para el desarrollo de innovaciones (KnowHow).

Figura 4.3 Componentes de capacidades en el índice INDICO



Componente de capacidades y pregunta del cuestionario	Know How: Tecnología (4.5)	Formación del personal (5.2)	Capacitación y certificación (5.1 y 5.1.1)	Actividades de I+D (3.6 y 3.7)	Vínculos (3.8)
ONCE 01	4.56	2.75	4.17	6.25	10
Factor Evolución	5.83	2.61	5.55	6.25	10
Grupo SSC	8.44	2.50	8.50	7.50	10
Praxis México	4.83	2.55	7.50	8.39	10
Government Solutions	4.33	2.17	8.29	7.50	10
+BrainUp Systems	9.67	2.02	4.57	4.75	10
Promedio	6.28	2.43	6.43	6.77	10
<i>Promedio del modelo colectivo</i>	5.92	2.60	6.43	7.10	10
<i>Promedio del modelo privativo</i>	7.00	2.09	6.43	6.13	10

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas. Datos disponibles del CEPcYt-FE, UNAM.

En cuanto a la capacitación y certificaciones, el promedio del índice para el modelo privativo y el modelo colectivo son los mismos que para la media de los estudios de caso, lo que indica que la capacitación y la certificación del personal es igual de importante y se realiza independientemente del modelo de innovación adoptado por la empresa.

Consecuentemente, con esta evidencia, no se rechaza la hipótesis sobre el efecto que provoca el modelo de innovación colectivo sobre la generación de capacidades para la innovación. En las siguientes secciones de este apartado se desarrollará más la información que permite sostener la afirmación, dada la evidencia empírica observada.

Factores internos. Capital Humano y Estructural

Las empresas basan el desarrollo de las capacidades de innovación principalmente en el capital humano. La importancia de este stock de conocimientos y habilidades para la producción, que se encuentra en los recursos humanos suele ser crucial para la innovación y el crecimiento de las MiPyME. De manera complementaria a la formación de recursos humanos, la estructura organizacional cobra importancia porque en ciertas empresas es importante permitir el flujo la información, entre el personal, para realizar innovaciones.

Tradicionalmente, el director o el fundador y los líderes de los grupos de trabajo suelen tener un mayor nivel educativo o cierta experiencia en el área en que se desempeñan. La existencia de ingenieros o personal con habilidades requeridas para la investigación, el diseño y la implementación del conocimiento permite a las empresas incentivar la generación y desarrollo de nuevas ideas.

Conocimiento inicial: Nivel de formación del personal

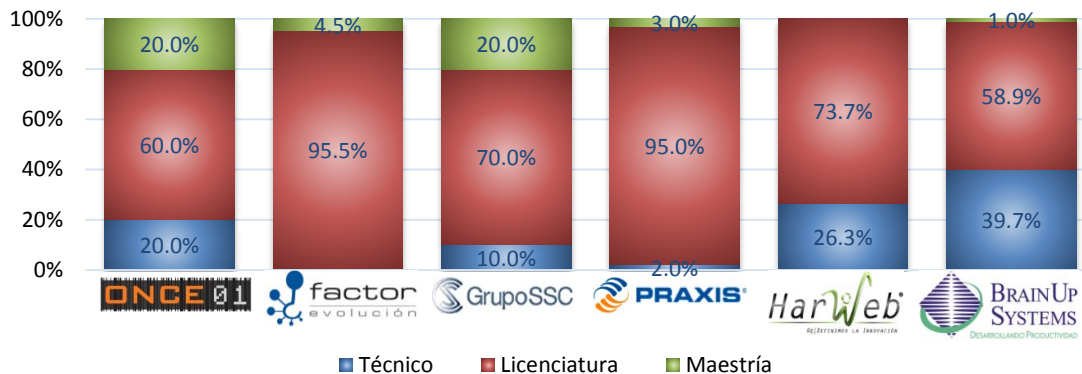
El nivel de formación de personal suele estar más relacionado con el nivel educativo que con la capacidad de asimilar información para generar nuevo conocimiento. Suele considerarse que las personas que tienen un nivel educativo mayor suele tener habilidades o un stock de conocimiento que le permite discriminar entre buenas y malas ideas, resolver problemas y afrontar situaciones de riesgo y crisis.

En el caso de las empresas estudiadas, la mayor parte del personal ocupado tiene estudios a nivel licenciatura, aunque en la entrevista señalan que el título del grado no es requerido para la contratación, como lo es la capacitación y el stock de habilidades que tenga el candidato.

En este sentido, los vínculos que se establecen entre el personal de una empresa y las comunidades de desarrolladores de FLOSS permite que los programadores incrementar sus habilidades de programación y aumentar su acervo cognitivo. Al participar en proyectos de desarrollo de FLOSS mediante mejoras, los programadores pueden realizar tareas útiles con las que se pueden aprender y establecer relaciones más fuertes con la comunidad de desarrolladores.

Dadas las características del FLOSS, un programador puede desarrollar habilidades de programación o aprender lenguajes de programación de manera autodidacta y a bajo costo, lo cual representa una oportunidad para asimilar nuevo conocimiento e incluso capacitarse.

Figura 4.4 Proporción del personal según nivel de formación



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas. Datos disponibles del CEPCyT-FE, UNAM.

Conocimiento Nuevo: capacitación, certificación y Know How

La asimilación de nuevo conocimiento mediante la capacitación también facilita la innovación. Las MiPyME presentan cierta ventaja para la capacitación de los recursos humanos, en contraste con las grandes empresas, ya que pueden capacitar al personal realizando una menor erogación de gastos y establecer estructuras horizontales (tipo bazar) que permita mayor comunicación. Esto facilita la adopción de ciertos valores dentro de la empresa y puede incentivarse las actividades de comunicación necesarias para la innovación. En cambio, las empresas grandes tienden a centralizar la toma de decisiones en una estructura más piramidal, dificultando la delegación de actividades y los salarios tienden a ser inferiores.

De las empresas estudiadas, Grupo SSC es la que capacita a todo el personal que trabaja en la empresa. Esto se debe a los altos requerimientos en desarrollo, ingeniería y habilidades necesarias para la producción de los servicios y productos que ofrece la empresa.

En contraste, Brain Up Systems es la empresa que reporta menor proporción de capacitación del personal. Praxis hace énfasis en la capacitación del personal dedicado a administración y ventas. Mientras que Once 01; factor Evolución y Government Solutions se enfocan en la capacitación del personal dedicado a ventas y producción.

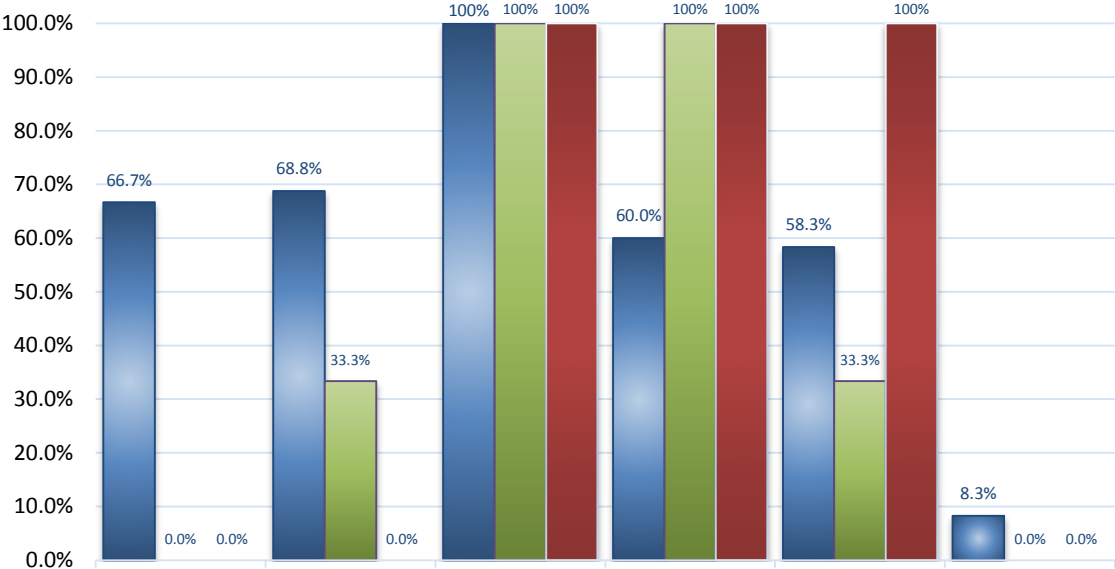
No obstante, Once 01 y Factor evolución suelen capacitar mayor proporción de personal dedicado a la producción, en contraste con otras áreas.

La tasa de capacitación revisada en la figura 4.5 responde al tipo de conocimiento requerido para la producción. Con la información presentada de las empresas estudiadas, se concluye que el nivel de formación formal no es crucial para la capacidad de innovación empresarial.

En cambio puede confirmarse que la tasa de capacitación del personal es fundamental según la estandarización o la complejidad de las tecnologías que se requiere para innovar. Es decir, la capacitación permite especializar al personal para poder realizar actividades de diseño e ingeniería, producción y comercialización de las innovaciones.

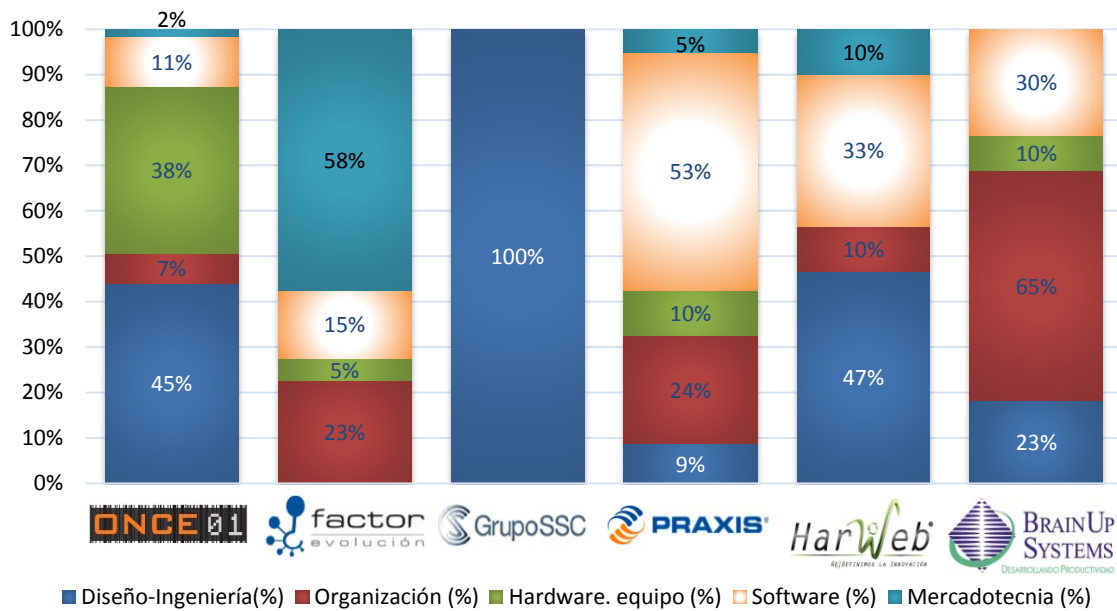
Como se observa en la figura 4.6; para Grupo SSC, capacitar a la totalidad del personal se debe a la importancia de las actividades de diseño e ingeniería. Éstas, a su vez están relacionadas con la interface necesaria en esta etapa en la que se encuentra la empresa, pues la mayor proporción del personal que labora en las empresas tiene un nivel de formación de licenciatura.

Figura 4.5 Tasa de capacitación del personal por área



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas. Datos disponibles del CEPcYt-FE, UNAM.

Figura 4.6 Know How: Proporción de conocimiento por componente promedio [%]



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas. Datos disponibles del CEPcyT-FE, UNAM.

Factores externos. Capital Relacional e Interfaces Usuario-Proveedor

Con la información obtenida de los casos de estudio se comprueba que, dado que las empresas se enfrentan a ciertos riesgos de comercialización ante la incertidumbre provocada por el constante cambio tecnológico y de las necesidades de los usuarios (sean industrias o consumidores finales); las empresas recurren a estrategias para reducir este costo por incertidumbre. La estrategia consiste en que la empresa se vincula y establece relaciones de cooperación-competencia e interfaces de comunicación con proveedores y usuarios. Esta comunicación permite conocer, al menos de manera aproximada (dependiendo del tipo de interfaz), la evolución de los mercados y los posibles escenarios dado el cambio de las tecnologías.

Complementando a los factores internos (Capital Humano y Estructural), revisado anteriormente, la gestión de los recursos externos a la empresa también son decisivos en la generación de capacidades de innovación y se determinan por los procesos de innovación. De esta manera, el modelo de innovación (colectivo o privativo) que adopta la empresa se verá reflejado en la gestión del capital relacional y el tipo de Interfaz que establece la ESIC.

El cuadro 1.5 que se vio en el primer capítulo permite medir el capital humano; estructural y relacional con el índice INDICO (Innovación, Difusión y Competitividad). Sin embargo, aunque solo existe una pregunta en el cuestionario que se refiere a los vínculos útiles para el cálculo del índice INDICO, se realizaron preguntas complementarias para utilizar teoría de redes y generar indicadores cualitativos para observar la importancia de la vinculación con otros agentes, que hacen aumentar el capital relacional de las ESCI estudiadas, como se verá en las siguientes secciones.

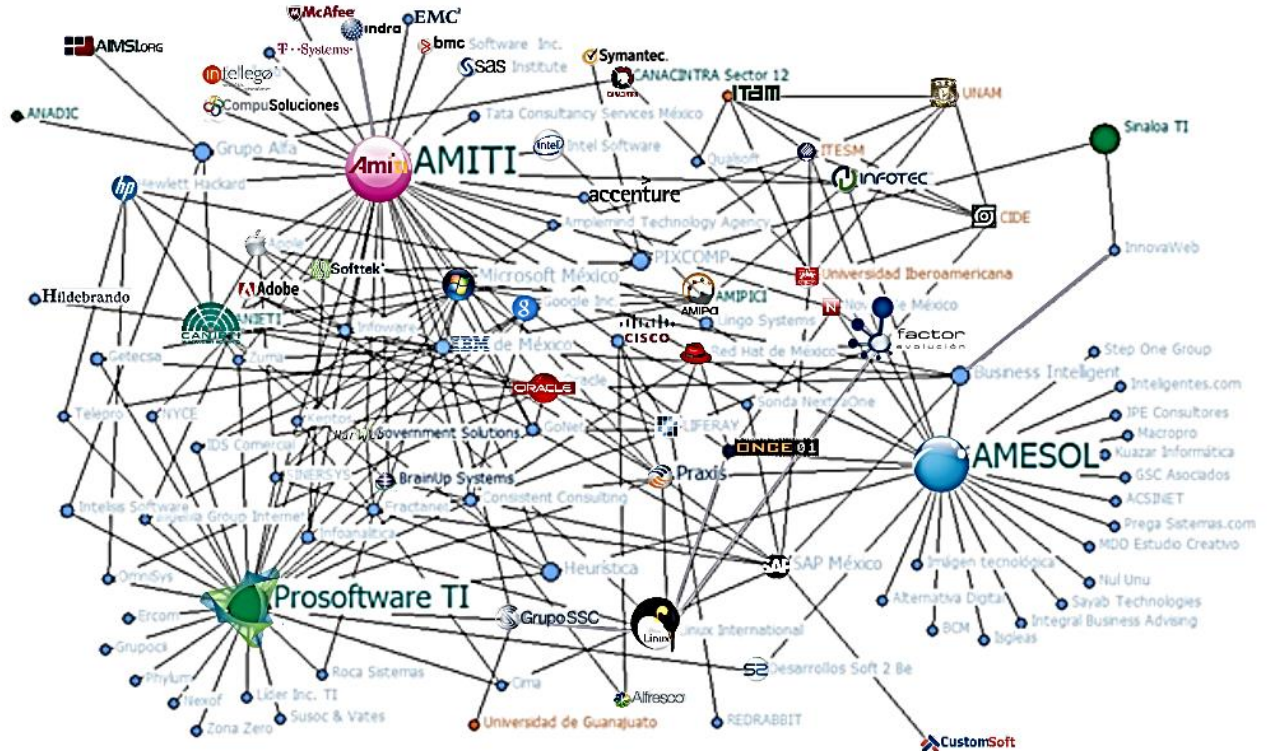
Capital Relacional: Vínculos entre agentes del ecosistema de software.

El concepto de Red global de producción permite describir las relaciones de cooperación-competencia entre los agentes de la industria. Esta innovación organizacional a nivel global permite a las empresas combinar la deslocalización con la concentración espacial de la producción. La fragmentación y deslocalización de la producción ha promovido la vinculación de empresas ubicadas en distintos eslabones de la cadena productiva a nivel global.

Como se ha revisado en el apartado 1.4 el proceso de globalización exige que las empresas establezcan vínculos y relaciones para acceder a los mercados. Para Freeman y Pérez (2001) estos vínculos pueden ser relaciones inter empresariales, entre las que se encuentran las alianzas estratégicas, coinversiones, acuerdos tecnológicos, acuerdos de investigación y desarrollo (I+D), subcontratación y redes proveedor-usuario. Estas relaciones teóricamente incrementan la posibilidad de aumentar el aprendizaje tecnológico para asimilar, aplicar y apropiarse del conocimiento que se encuentra en el mercado y en otras organizaciones productoras de conocimiento e información.

En esta sección se analizan las características de los vínculos entre las ESIC y el ecosistema de la industria para, posteriormente, analizar las capacidades que generan las empresas. Utilizando el Análisis de Redes, se puede analizar las alianzas, asociaciones y otros vínculos que establecen las ESIC estudiadas con otros agentes del sistema nacional-global de la industria del Software (véase la sección 3.2). La figura 4.7 se muestra la estructura de la Red de colaboración que han reportado las iniciativas empresariales estudiadas y las principales asociaciones empresariales.

Figura 4.7 Red de vínculos entre los agentes del sistema nacional-global de la industria de Software.



Fuente: Elaboración con base en entrevistas CEPcyT, información de las Asociaciones, y UCINET.

La red de vínculos empresariales se construyó con base en el cuestionario del índice INDICO (Innovación, Difusión y Competitividad), en la pregunta 3.8 en la cual se pregunta sobre las relaciones con instituciones de educación superior u otras empresas de las que adquiere servicios; recursos tecnológicos o cierta información relevante sobre las actividades que realiza la empresa.

Para realizar la red también se solicita el nombre de las principales organizaciones (empresariales, académicas o gubernamentales) con las que la empresa mantiene algún tipo de colaboración, bajo contrato u otra forma de asociación institucional.

La densidad de la red, que expresa la proporción de relaciones existentes respecto a todas las posibles es de 0.043, lo que significa que es una red poco unida entre los nodos, de manera que no hay información perfecta entre los agentes o nodos que compone toda la red.

En cuanto a la centralidad de grado de la red, se obtuvo un grado promedio de 4.36, con una desviación estándar de 0.203 conexiones; lo que significa que en promedio cada empresa se relaciona con tres o cuatro agentes del ecosistema, lo que significa un capital

relacional bajo. No obstante a nivel individual, las organizaciones con mayor número de conexiones son AMITI (quien reporta 38 conexiones); Prosoftware TI (32 conexiones); AMESOL (30); Microsoft México (16); IBM (12); CANIETI (11); Oracle, Fractanet (10); y Praxis (9).

En la red se ha colocado el tamaño del nodo más grande según el grado de intermediación que presenta. Como se observa, los agentes con mayor intermediación en la red, cumpliendo con los objetivos de su fundación, son las Asociaciones Empresariales y el clúster Prosoft TI. Esto significa que cualquier nodo de una red puede conectarse con otro realizando cinco conexiones desde su red más cercana hasta llegar al agente deseado. Sin embargo, lo importante en el análisis de la red, es saber qué tan frecuentemente se debe establecer más de cierto número de conexiones, por ejemplo más de dos. Esta frecuencia de requerimientos para establecer alguna conexión empresarial o para llegar a la información que posee cierta empresa, es lo que se conoce como el grado de cercanía.

El grado de cercanía entre las empresas de la red, respecto a otros agentes, muestra que el 68.9% de las empresas deben establecer entre una hasta tres conexiones para acceder a la información que se difunde entre otras empresas. Mientras que el 31.2% debe aumentar sus esfuerzos hasta cinco conexiones. Este indicador de cercanía ayuda a aproximar los costos de información y el capital relacional de la red. Así, menos del 4% de las empresas representan un capital relacional estratégico, que implica bajos costos de información. De hecho este nivel de cercanía está fuertemente relacionado con el grado de intermediación y con el número de conexiones que tiene cada empresa. De modo que podemos inferir que son las empresas grandes como Microsoft México; IBM; Oracle, Fractanet y Praxis las que se enfrentan a menores costos de información o pueden aprovechar los beneficios del capital relacional para comercializar sus productos, conocer el mercado e innovar.

Para analizar las potencialidades de la vinculación por empresa, de acuerdo con las conexiones que ya se tienen establecidas, hasta el día de la entrevista, se tiene el coeficiente de aglomeración o clustering. Las empresas con un coeficiente más alto, es decir aquellas con mayor proporción de conexiones existentes entre sus nodos cercanos, respecto al total de conexiones posibles entre éstos, se encuentran: Brain Up Systems (27%); Government Solutions (20%) y Once 01(20%). Las dos primeras se encuentran fuertemente vinculadas al clúster Prosoftware TI; a la CANIETI y a la AMITI, de las cuales aprovechan recursos externos para generar capacidades de innovación con base en el modelo privativo. Además Brain Up System también tiene vínculos con SAP México,

Microsoft México y Fractanet, de las cuales las dos primeras empresas figuran entre las más importantes en México (véase cuadro 3.9).

Por su parte, la fortaleza de Once 01 es la ESIC que reporta mayores conexiones con empresas desarrolladoras de FLOSS, principalmente empresas con presencia global, como son Linux International, Red Hat, Novel de México; además que reporta cierto vínculo con la Asociación Empresarial de Software Libre, aunque reporta que ésta última no permite alcanzar los objetivos que las empresas desarrolladoras de FLOSS requieren.

Por su parte, en términos relativos Factor Evolución; Praxis de México y Grupo SSC no han establecido más del 14% de las conexiones posibles que pueden realizar con empresas cercanas. Sin embargo, Factor Evolución se encuentra relacionado con CANACINTRA y con la AMESOL. Praxis es la empresa que reporta más conexiones de todas las ESIC de estudio (el doble del grado de conexión promedio), sin embargo, dada la centralidad en la que se encuentra, también tiene el 14% de las conexiones posibles dentro de los nodos cercanos. Entre las empresas más importantes con las que tiene relación se encuentra SAP México; IBM México; Oracle; Cisco y Fractanet, además de los vínculos con el clúster Prosoftware TI, la AMESOL y la AMITI. Grupo SSC reportó Aunque se relaciona fuertemente con la empresa de la cual se desprendió (ANSYS), se encuentra en el cluster Prosoft TI; ha establecido vínculos con la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, y reporta vínculos con instituciones de Educación, no ha establecido las conexiones potenciales que podría realizar con empresas cercanas.

Para los objetivos de la presente investigación, dadas las estructuras de red a las que se ven insertas las empresas, se han distinguido cuatro modelos estratégicos para la innovación relacionados con distinto grado de cooperación. Estos modelos, representados en diagramas estructurales, se resumen en la figura 4.8

Figura 4.8 Diagramas estructurales por modelo de innovación



Fuente: Elaboración propia con base en la literatura.

Interfaces y co-innovación.

La red presentada en la figura 4.7 se relaciona con lo estudiado por Sampedro (2011) en cuanto a que las empresas se vinculan con otros agentes para reducir la incertidumbre tecnológica debida a la constante evolución de las tecnologías de software y de la demanda o necesidades del mercado. Sampedro afirma que las empresas generan interfaces que permiten a las empresas identificar el conocimiento que puede ser internalizado a través de mecanismos como foros de discusión, capacitación, y otras actividades de aprendizaje que influyen en la generación de capacidades y en el diseño y desarrollo de nuevos productos o servicios (Sampedro, 2011, p. 190).

En el apartado 4.4 se detalla el tipo de innovación que realiza cada empresa, así como la complejidad de la información requerida para realizar dichas innovaciones. En cuanto a la intensidad y formalidad de la interacción se ha considerado la pregunta 3.3.2 donde se consideran a los contratos o a las licencias como signo de una vinculación formal para realizar la transferencia del conocimiento y la información.

Siguiendo la tipología de interface propuesta por Sampedro (2011), se ha identificado el grado de comunicación que establecen las empresas con los principales agentes involucrados en las innovaciones más recientes.

En el cuadro 4.5 se muestra la tipología de la interfaz según el grado de complejidad, estabilidad e intensidad de la difusión de la información. La mayoría de las empresas obtienen y ofrecen conocimiento específico sobre las soluciones que ofrecen a sus clientes o realizan ciertos cambios de proceso debido a cambios que se requiere para producir las innovaciones examinadas en el apartado 4.4.

Cuadro 4.5 Tipo de interface establecida entre la empresa y los agentes que motivaron la innovación (proveedores y usuarios)

Empresa	Tipo de Software	Complejidad. Según el tipo de difusión de la información	Estabilidad. Según el grado de estandarización de las tecnologías.	Intensidad. Según el tiempo en que se establece la interacción	Formalidad. Según el tipo de transacción de la información
Once 01	SaaS; IaaS	Simple documentada	Alta	Baja	Formal
Factor Evolución	Apps, Tools; IaaS	Compleja y documentada	Alta	Media	Formal
Grupo SSC	EmSw; IaaS; PaaS	Documentada y No codificada	Baja	Alta	Formal
Praxis	SaaS; Apps; IaaS	Compleja y documentada	Media	Alta	Formal
Government Solutions	Apps; IaaS	Simple	Alta	Media	Formal
BrainUp Systems	EmSw; SaaS; Apps; IaaS	Compleja	Media	Alta	Formal

Fuente: Elaboración con base en (Sampedro, 2011) y entrevistas CEPcyT.

La evidencia del estudio realizado muestra que el intercambio de la información se establece y regula mediante instrumentos formales de difusión o transferencia tecnológica.

Esto significa que la información se difunde bajo contratos, licencias, y otros mecanismos institucionales formales, como reuniones de trabajo documentadas y sistematizadas durante la duración de las etapas más importantes de la innovación, como es la fase de diseño e ingeniería, implementación y en ciertas reuniones posventa.

La complejidad de la interacción (simple, compleja, documentada y no codificada), que se determina con base en los intercambios de información en cada proceso de innovación, varía mucho en los estudios de caso.

La empresa Once 01, que ofrece SaaS; e IaaS (véase apartado 2.4), realiza sus innovaciones sin requerimientos de conocimiento específico de cada cliente, dado que también se trata de una interfaz con alta estabilidad tecnológica. Por lo tanto, para realizar las innovaciones, la empresa Once 01 establece interacción simple. Así, la interacción que se establece para la instalación de un software con pequeñas adaptaciones según el cliente o no requiere interacción debido a que los servicios de software se basan en tecnologías estandarizadas (e incluso existe información o bienes sustitutos), de modo que la interacción para realizar las principales innovaciones que reporta la empresa, se enfoca al proceso de compra-venta de las innovaciones.

La interacción compleja, que se da cuando la actividad consiste en mayores adaptaciones o escalamientos de algún producto o servicio de software, se observa en las relaciones que establece Praxis, BrainUpSystems y Factor Evolución con sus respectivos proveedores y usuarios. La interfaz compleja implica que la interacción requiere (además de la adaptación), cierta interacción para el escalamiento productivo, mayor interacción derivado de ofrecer soluciones de software relacionados con un paquete de tecnologías o productos y servicios de software.

El intercambio de información documentada, las principales actividades se enfocan al análisis, diseño y desarrollo de un nuevo software, por lo que la implementación e instalación del producto requiere manuales o documentos para que se instale en las áreas de la empresa usuaria que así lo requiera. En este nivel de complejidad de la interacción se ubica a la empresa Grupo SSC, que requiere mayor difusión de conocimiento debido a la baja estandarización de la tecnología relacionada con sus servicios innovadores. Además requiere generar bienes complementarios para garantizar el éxito de los servicios tan especializados que ofrece. Este tipo de bienes pueden ser servicios de capacitación,

documentación, manuales, entre otros tipos de productos en que se codifique el conocimiento tan especializado que ofrece la empresa.

Finalmente, la mayoría de las empresas estudiadas, excepto Government Solutions, ofrecen algún servicio de servicio profesional, como capacitación. Ya sea que estos servicios los realicen mediante cursos o programas de certificación (como es el caso de Factor Evolución, Praxis y BrainUp Systems) o como un servicio complementario a los productos y servicios de software, como lo hace Grupo SSC. Esta vinculación con información no codificada también se establece entre las ESIC estudiadas y universidades, o áreas de capacitación, contribuyendo a la formación de recursos humanos.

La interacción entre las empresas y comunidades de desarrollo de FLOSS (como la que establece fuertemente Once 01 y Factor Evolución, o la que establece debilmente Praxis y Grupo SSC) puede ubicarse dentro de la interfaz documentada o la no codificada, ya que existen actividades asociadas al desarrollo de nuevos algoritmos de programación o nuevos códigos o mejoras a distintos módulos del software, al escalamiento, a la capacitación y a la difusión de las oportunidades del FLOSS para las empresas o para los programadores.

Para comparar el tipo de interfaz que se debe establecer entre proveedor, ESIC y usuario según la estabilidad de la tecnología, entendida ésta como la información requerido para la producción (el know how), se utiliza el grado de estandarización del software utilizado para el desarrollo de la innovación, es decir, qué tan especializado o estandarizado es el software base y el tipo de producción que se realiza con éste: Consultoría, mentefactura o servicios automatizados.

La estabilidad es considerada alta cuando el software que sirve de base es estable y ampliamente difundida; es considerada medianamente estable cuando se tiene cierto nivel de estabilidad pero son poco difundidas. La estabilidad baja se refiere al uso de tecnologías de software son poco estables y no son ampliamente difundidas.







Como se aprecia en el cuadro 4.5 Once 01; Factor Evolución y Government Solutions realizan sus innovaciones con base en tecnologías difundidas y estables. Praxis y Brain Up Systems, realizan innovaciones con tecnologías menos difundidas pero ofrece estabilidad, para lo cual se constituyen proveedores de SAP, e implementan ciertos procesos y certificaciones que garantice cierta calidad de software, por lo que se trata de una interfaz medianamente estable.

Es importante mencionar que las innovaciones de Praxis reportadas de 2008; 2010 y 2011 se basan en FLOSS, aunque solo para las especialidades Open Source establece mayor interacción con la comunidad de Software Libre.

Por su parte, Grupo SSC realiza innovaciones con base en tecnologías poco estables, relativamente nuevas o diseñadas por ellos mismos, que no son ampliamente difundidas. Es por esta razón que Grupo SSC presenta el índice de propiedad intelectual mayor, ya que además de tener títulos de propiedad como marcas o licencias sobre los derechos de autor del software y otros documentos, tiene propiedad industrial, en forma de patentes, como se verá en el apartado 4.4, al analizar los resultados.

Para complementar el análisis sobre el tipo de interfaz que se requiere establecer entre la ESIC, sus proveedores y usuarios, para realizar la innovación, se realiza una comparación de la participación que presentan los agentes en la motivación de la innovación (véase cuadro 4.6).

Cuadro 4.6 Tipo de interfaz y tipo de co-innovación según innovación por ESIC

ESIC	Innovación según el tipo de Producto o Servicio de Software	Interfaz	Basado en FLOSS	Motivación de la innovación (%)		
				ESIC	Proveedores	Usuarios
 ONCE 01	Servicio de Seguridad (SaaS)	Simple	✓	100	-	-
	Servidores de almacenamiento (IaaS)	Documentada	✓	75	-	25
	CDN, aceleración y seguridad web (IaaS)	Simple	✓	50	-	40
 Factor Evolución	Herramienta para medir calidad (Tools)	documentada	✓	60	-	40
	Solución: Aplicación (SaaS)	compleja	✓	-	-	100
	Portal web (IaaS)	simple	✓	100	-	-
 Grupo SSC	Simulador (Tools)	Documentada	✓	50	-	50
	Diseño de sistemas productivos (EmS)	No codificada	✓	50	-	50
 PRAXIS Praxis	Solution Center (SaaS)	Simple	✓	80	-	20
	Especialidades Open Source (SaaS)	compleja	✓	70	-	30
	Sistema de Pago Electrónico Interbancario (PaaS)	Documentada	-	50	-	50
 HarWeb Government Solutions	Harweb 4.0 plataforma web (SaaS)		-	100	-	-
	Harweb modelo integral (SaaS)		-	100	-	-
	Portales de gestión (SaaS)		-	100	-	-
 BRAIN UP SYSTEMS Brain Up Systems	Servicios administrados de soporte (SaaS)		-	80	-	20
	SOS2SAP (SaaS)		-	60	40	-
	App+ nube Mobil (App y SaaS)		-	90	-	10

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas

Para cada innovación se tiene cierta participación de los proveedores (P) y usuarios (U), aunque también se detectó innovaciones en las que la participación de usuarios o proveedores no fue relevante para generar conocimiento o motivar la innovación.

Con la información anterior puede observarse que si la empresa se encuentra más vinculada con alguna proveedora de software privativo, es probable que las innovaciones también se vean motivadas o empujadas por el proveedor. De esta forma se confirma que el modelo de innovación colectivo permite independencia del proveedor. Consecuentemente, en el cuadro 4.6 se resume el agente que predomina en la motivación de las innovaciones, el modelo de innovación según la vinculación con otros agentes del ecosistema de software y el índice INDICO.

La empresa Once 01 reportó que todas las innovaciones que realiza se basan en FLOSS. Además mantiene la libre difusión de las innovaciones para promover soluciones semejantes útiles para el gobierno. El 81% de la motivación de la innovación la realiza la ESIC, observando las necesidades e información existente en la región y en el país. El 3% de la actividad innovadora se debe a servicios subcontratados y el 16% a los usuarios de la innovación. Dado su nicho de mercado, la difusión de las innovaciones en el mercado es muy bajo, aunque de nuevo es importante mencionar que esta ESIC es libremente difusora.

Factor Evolución tiene el segundo índice más alto de las ESIC que utilizan FLOSS. La estrategia de esta empresa se encuentra en la diversificación paulatina del mercado, sobre todo hacia la mejora de los servicios utilizando herramientas de FLOSS que permite mantener el valor en las soluciones que ofrece. Casi el 30% de la actividad innovadora la debe a los usuarios, mientras que el 72% es realizado por la ESIC. Según reportó la ESIC, ha iniciado esfuerzos durante el 2013 para internacionalizar sus servicios y aumentar la difusión de sus innovaciones.













Grupo SSC es la ESIC con la oferta de servicios de software, consultoría y más diversificada de las empresas que siguen el modelo colectivo. También pertenece al clúster de TI de la Ciudad de México. Las innovaciones de esta ESIC son dirigidas por el usuario. Este grupo SSC tiene un alto índice de PI por el registro de una patente y una marca. La patente, no obstante, no se está relacionado al software.

De los cuadros anteriores se observa que la ESIC Praxis, una empresa consolidada, con 15% de su oferta hacia el mercado internacional, lo que le da un alto índice de difusión. Utiliza FLOSS para realizar la innovación Solution Center y presenta un modelo de innovación compartido con el usuario, permitiendo que éste motive el 30% de la innovación

que realiza. Además, para Praxis es importante tener certificaciones de calidad de su software, con el que también ofrece servicios de certificación a otras empresas, pues esto permite acceder a mercados con restricciones normativas y generar beneficios.

Estas ESIC poseen sobre todo títulos de propiedad intelectual sobre marcas y diseños de utilidad. Siendo más frecuente las marcas que cualquier otro activo intangible. Mientras que las en las certificaciones de calidad que obtienen responden a los vínculos que tienen con megacorporaciones como SAP, Oracle, Microsoft, entre otras (véase la importancia de dichas empresas en el capítulo 3).

Cuadro 4.7 Modelo de innovación por empresa de estudio

Caso de estudio y co-innovación	Modelo de innovación	Índice INDICO
 81% ESIC; 16% U	innovation colectiva 	5.40
 72% ESIC; 28% U	innovation colectiva 	5.29
 50% ESIC; 50% U	innovation colectiva 	6.48
 67% ESIC; 32% U	innovation colectiva 	6.73
 100%ESIC	Innovación cerrada privativa 	6.30
 10%P; 80%ESIC; 10%U	Innovation colaborativa privativa 	4.89

Fuente: Elaboración propia con base en datos del CEPCyT-FE, UNAM y (Corona & Borja, 2015b).

Como se mostró en el apartado 4.2, Government Solutions es una ESIC enfocada al sector público. Su principal innovación, Harweb, fue realizada completamente por la ESIC, según reporta. Debido a la diversidad de servicios que ofrece en esta innovación, obtuvo un índice alto de innovación. No obstante, reporta que la certificación de calidad sobre su oferta ha sido importante para mantener su presencia en el mercado.

Brain Up Systems es una ESIC enfocada a la mejora del control de altas tecnologías. Sus principales clientes son Empresas de Base Tecnológica. La estrategia de esta empresa está muy ligada a los vínculos institucionales. El pertenecer a un clúster en la Ciudad de México le permite reducir costos y enfocar sus recursos a la innovación. En cuanto a los agentes que motiva la innovación, la ESIC reporta que el 10% se debe a los proveedores y 10% a los usuarios, mientras que el 80% restante se realiza por la ESIC.

Con los estudios de caso se puede verificar que el modelo colectivo permite incrementar las capacidades de innovación (véase cuadro 4.8). No obstante, aunque en el caso de los resultados de la innovación, como se verá más adelante, el uso colectivo de conocimiento libre no se ve reflejado en el éxito de la difusión de la innovación.

Cuadro 4.8 Componentes del índice INDICO para las empresas estudiadas

Nombre de la empresa	Capacidades	Resultados	Índice INDICO
ONCE 01	5.81	4.99	5.40
Factor Evolución	6.04	4.54	5.29
Grupo SSC	7.64	5.33	6.48
Praxis	7.08	6.39	6.73
Government Solutions	6.74	5.86	6.30
BrainUp Systems	5.95	3.8	4.89
Promedio del modelo colectivo	6.64	5.31	5.86
Promedio del modelo privativo	6.35	5.15	5.60

Fuente: Elaboración propia con base en datos recabados por el CEPCyT-FE, UNAM.

4.4 RESULTADOS: Innovación y estrategia empresarial

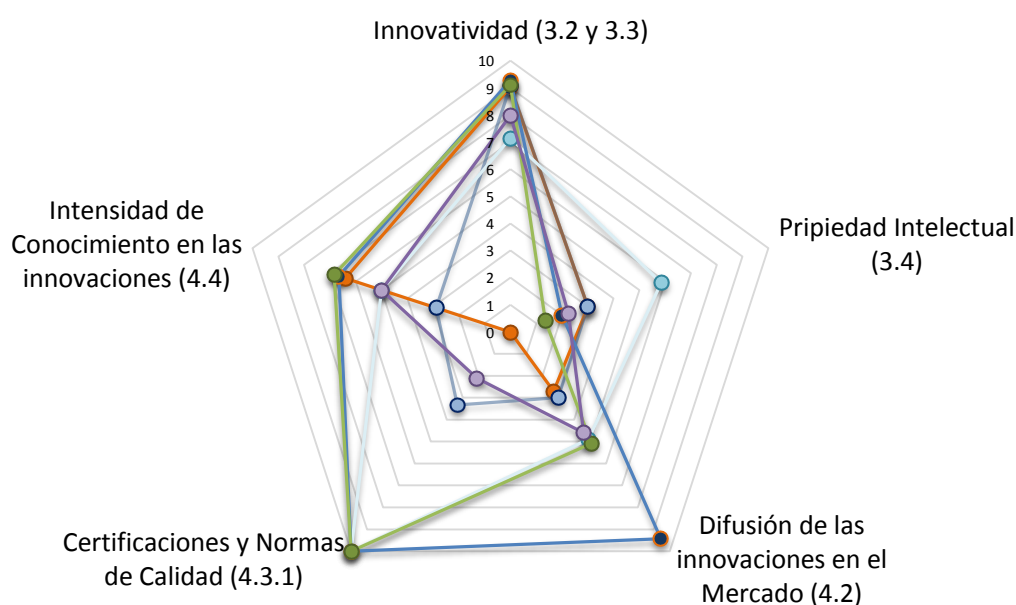
Con la información obtenida de los estudios de caso, es posible aceptar que el modelo de innovación colectivo permite generar capacidades para la innovación en las empresas de software. Sin embargo, con base en las variables que permite medir el índice INDICO, no se ha podido comprobar que el modelo colectivo influya en mayor índice de innovación u otros componentes. No obstante, como se explica en este apartado, los resultados de la actividad innovadora se ven afectados por una serie de amenazas y debilidades que impide la comercialización de las innovaciones, el acceso a mercados, o el acceso a certificaciones y normas de calidad del software.

En las siguientes secciones se detallará el tipo de innovación que realizan las ESIC desarrolladoras de software, a fin de identificar los principales retos que enfrentan ante la industria de Software en México. Así, entre los resultados se analizan los resultados de la vinculación y la interfaz U-P para realizar innovaciones de producto y servicio o de proceso y organización. También se observarán los títulos de propiedad intelectual, considerando que no pueden obtenerse patentes de Software en México, por lo que el índice INDICO no llegará al máximo que otorga por los esfuerzos que significa obtener una patente. En este sentido, se profundizará en el tipo de licenciamiento con el que difunden sus productos basados en FLOSS (revisados en el apartado 1.4).

Por otra parte se identificará la forma en que las empresas se apegan al marco normativo para incrementar la difusión de las innovaciones o acceder a ciertos mercados, el cual representa el principal reto para las empresas y explica por qué el índice de resultados presenta una desviación estándar tan alta.

Como ya se afirmó, el índice de Resultados de la actividad innovadora del índice INDICO, varían considerablemente de una empresa a otra, por lo que no ha sido posible asociarlo con los beneficios que puede otorgar la adopción del modelo de innovación privativo o colectivo.

Figura 4.9 Componentes de Resultados por ESIC estudiada



Componente de capacidades y pregunta del cuestionario →	Innovatividad (3.2 y 3.3)	Propiedad Intelectual (3.4)	Difusión de la innovación (4.2)	Certificación y Normas de Calidad (4.3.1)	Intensidad de Conocimiento (4.4)
ONCE 01	9.0	3.0	2.7	0.0	6.4
Factor Evolución	9.1	3.0	3.0	3.3	2.9
Grupo SSC	7.1	5.5	4.9	10.0	5.0
Praxis México	9.3	2.0	9.4	10.0	6.7
Government Solutions	9.1	1.4	5.1	10.0	6.8
BrainUp Systems	8.0	2.3	4.6	2.1	5.0
Promedio	8.6	2.91	4.0	4.2	5.5
<i>Promedio del modelo colectivo</i>	8.6	3.5	5.0	5.8	5.2
<i>Promedio del modelo privativo</i>	8.5	1.8	4.8	5.9	5.9

Fuente: Elaboración propia con base en datos recabados por el CEPCyT-FE, UNAM.

Como puede verse en la figura 4.9, a pesar del gran potencial que presenta Grupo SSC en cuanto a innovaciones de simulación y alto valor agregado, la poca frecuencia de la innovación provoca un índice de 7.1 por debajo de la media de innovación que presentan las empresas, aunque realiza los mayores esfuerzos para innovar (en comparación con los estudios de caso), lo que se ve reflejado en un índice de capacidades 3.24 más alto que el de resultados (véase el cuadro 4.8).

A pesar de ello se comprueba que el modelo de innovación colectivo permite incrementar la probabilidad de innovar. En efecto, a nivel agregado, el modelo de innovación colectivo supera al modelo privativo en los dos pilares del índice INDICO, tanto de capacidades, como en el de resultados. Aunque la desviación de la media se observa al estudiar cada componente.

BrainUp Systems, que adopta el modelo de innovación privativo, presenta el menor índice de innovación, lo que nos permite sostener que tal índice debajo de la media, se debe a que ofrece soluciones, no innovadoras y depende de sus principales proveedores para realizar alguna innovación incremental sobre sus productos o servicios de software (véase el cuadro 4.8).

Además se puede observar, de la evidencia empírica, que la actividad innovadora de Government Solutions es equiparable a la actividad que presenta Factor Evolución (ambas empresas medianas), sin embargo, dado que la primera ESIC se encuentra orientado al sector público, lo hace vulnerable al depender de una relación monopsónica. En efecto, en la revisión de la historia (véase cuadro 4.2) la crisis que sufrió esta empresa se debe al cambio de administración en 2012.

Por su parte, Factor Evolución, con el mismo índice de innovación de 9.1, tiene un mercado más diversificado, en comparación con su análoga privativa, Government Solutions. Lo que permite comprobar que, en este caso, la adopción del modelo colectivo ha generado las capacidades para que siendo empresas medianas, se acceda a nichos de mercado variados.

La empresa Praxis, una de las empresas que adopta el modelo de innovación colectivo presenta el mayor índice de innovación, así como el índice INDICO con mayor puntuación respecto a las ESIC estudiadas. Praxis ha enfocado sus esfuerzos aprovechando los vínculos con las redes de producción global para innovar y ha incrementado su presencia

a nivel internacional, para lo cual ha realizado constantes certificaciones y diversificado su oferta ofreciendo capacitación en CMMI.

Once 01, presenta un índice de innovatividad superior al promedio de las empresas, sin embargo no ha realizado grandes esfuerzos por difundir las innovaciones, algo que la mayoría de las ESIC entrevistadas que adoptan el modelo de innovación colectivo y que con mayor edad refirieron como uno de los principales retos. Por otra parte, Once 01 tampoco busca la obtención de certificaciones y normas de calidad, sino que únicamente tiene personal calificado con certificaciones de Red Hat y Linux.

La mayoría de empresas realizan innovaciones de producto y servicio con la misma frecuencia que innovaciones de proceso y organización. Excepto Grupo SSC y Brain Up Systems, las empresas que surgieron como desprendimiento de otras empresas.

Esto muestra que las empresas que surgen como spin off de otra heredan la experiencia sobre los procesos y estructura organizativa con la que co-innovan

Cuadro 4.9 Innovaciones de producto, servicio, organización y proceso realizado por las ESIC en

Empresa estudiada	Numero de innovaciones productos y servicios	Numero de innovaciones proceso y organización
Once 01	4	4
Factor Evolución	5	5
Grupo SSC	2	0
Praxis	4	4
Government Solutions	3	3
BrainUp Systems	4	2

Fuente: Elaboración propia con base en datos recabados por el CEPCyT-FE, UNAM.

En cuanto a la propiedad intelectual, Grupo SSC presenta el índice más alto debido a que posee dos títulos de patentamiento, uno a nivel nacional y otro a nivel internacional (aunque no especificó en qué país aplica dicho título).

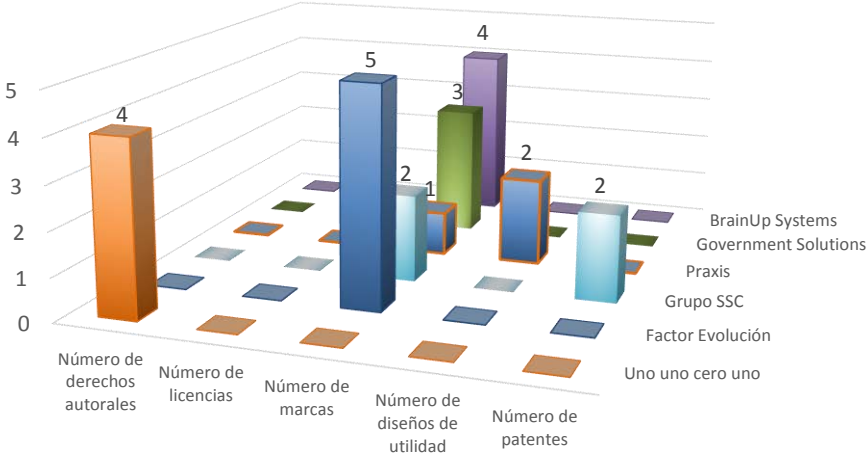
La mayoría de los títulos de propiedad intelectual de las ESIC son marcas y derechos de autor sobre el software, que teóricamente representan un menor esfuerzo por parte de la empresa para obtenerlos, por lo que en el índice son calificados como menos importantes que la obtención de una patente.

Como se observa en la figura 4.9, la mayoría de empresas mencionan haber registrado al menos una marca, pero son pocas las que mencionaron haber registrado diseños de

utilidad, patentes y más escasos aún la respuesta sobre el uso de licencias, bajo las cuales se difunde el software. Aunque las empresas utilizan licencias de uso, modificación y redistribución del software, en las entrevistas y encuestas no reportaron algún tipo de licencia relacionado con las innovaciones. Las ESIC que se basan en FLOSS señalaron que el producto final cumple con lo estipulado en las licencias de Software Libre y Fuente Abierta en el que se basan para ofrecer sus productos o servicios. Sin embargo, las mejoras realizadas no siempre son libremente liberadas.

En cuanto a la libre revelación de las innovaciones, en la figura 4.10 se muestra el porcentaje de innovaciones que se basan en FLOSS y el porcentaje de innovaciones que es libremente revelado. Como puede observarse, ONCE 01 regresa la totalidad de sus innovaciones de software a la comunidad, Factor Evolución reporta que el totalidad de sus innovaciones se basa en FLOSS pero libera tres cuartas partes de las innovaciones a la comunidad. Praxis realiza el 75 por ciento de las innovaciones con base en FLOSS, pero revela el 60 por ciento de las innovaciones realizadas.

Figura 4.10 Número de títulos de propiedad intelectual por empresa



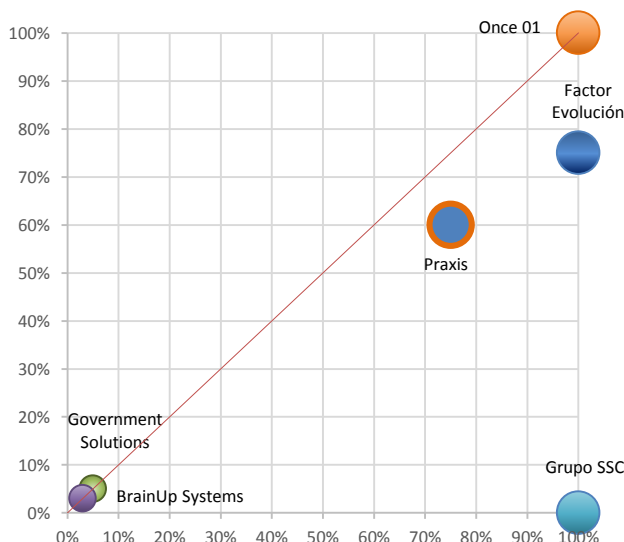
Fuente: Elaboración propia con base en datos recabados por el CEPCyT-FE, UNAM.

Por su parte, Grupo SSC, reportó basarse en FLOSS para el 100% de sus innovaciones, no obstante, no informó si las innovaciones son libremente reveladas, o no. Por lo cual se ha considerado que no se reveló información sobre las innovaciones realizadas. Finalmente, las empresas que se basan en software privativo se mantienen ajenos a los beneficios que ofrece la vinculación con la comunidad global productora de conocimiento.

En cuanto a las certificaciones y normas de calidad, dado el contexto institucional, tanto a nivel nacional como internacional, se corrobora que las empresas que desean

internacionalizarse o acceder a cierto tipo de mercado deben optar por cierto tipo de certificaciones que sirvan como instrumentos para incentivar la confianza en los usuarios y clientes. Así, Grupo SSC se encuentra certificada bajo la norma ISO 9000 que sirve para mostrar que el software se realiza bajo buenas prácticas de operación. Praxis tiene certificación CMMI nivel 5 y Government Solutions tiene sellos de confianza otorgado por la AMIPCI, y CMMI Dev (véase apartado 3.3).

Figura 4.10 Reciprocidad de la libre revelación de la innovación.



Fuente: Elaboración propia con base en datos recabados por el CEPCyT-FE, UNAM.

Por lo anterior no se rechaza la hipótesis 22, de modo que con la información obtenida del estudio exploratorio, las empresas que adoptan el modelo de innovación colectivo acceden a bienes informacionales libres (FLOSS) para realizar sus innovaciones. Este hecho permite a las ESIC reducir sus costos de producción, dado que utilizan software base para producir productos y servicios de software.

Conclusiones

Como se observa en esta investigación, las MiPyME estudiadas (Once 01; Factor Evolución; Grupo SSC y Praxis) que adoptan el modelo de innovación colectivo presentan distintas ventajas frente a las empresas que innovan con base en software Privativo. En efecto, el mercado se encuentra más diversificado, generan capacidades de innovación, en promedio dos décimas más en el índice más alto que sus contrapartes privadas.

Sin embargo, dado que la metodología considera el mismo número de innovaciones, las ESIC que tienen un modelo privativo presentan un índice de resultados, 18 centésimas mayor.

La principal ventaja de las ESIC que innovan con base en FLOSS es su independencia del proveedor del software privativo. Mientras que las ESIC que se insertan en la cadena de valor de software bajo un modelo privativo terminan en una posición débil de negociación vis-a-vis con el proveedor, las ESIC que innova colaborativamente pueden hacer frente a los altos costos de licencias y acceder a infraestructura, herramientas auxiliares y servicios complementarios para realizar sus innovaciones.

Por otro lado, la incipiente, aunque creciente confianza en el FLOSS ha permitido a las ESIC actuar potencialmente como proveedores de productos y servicios relacionados con la industria, como capacitación.

Con el FLOSS se cuenta con Software Herramienta e Infraestructura como servidores, sistemas de gestión, intérpretes, depuradores, editores de texto y protocolos abiertos que permite a la ESIC migrar a una nueva aplicación, una nueva versión, o plataforma, si es deseable para incrementar su productividad. Por otra parte, cuando el código fuente es de acceso libre, la calidad del software producido es probable que sea mayor, ya que más desarrolladores son capaces de proporcionar innovaciones libres y detectar posibles errores o defectos para mejorar los productos y servicios que ofrece la ESIC.

Las empresas analizadas son heterogéneas, aún las empresas que utilizan FLOSS, sobre todo en sus modos de colaboración con las comunidades de usuarios y desarrolladores. Además, también se observa que las empresas tienden a mezclar la oferta de productos y servicios privativos y productos o servicios basados en FLOSS, adoptando así un modelo de negocio híbrido, para obtener lo mejor de ambos modelos.

Por otra parte, las empresas aprovechan de distinta forma los aportes a la innovación pública, internalizando los beneficios que ofrece la comunidad FLOSS (como el caso en que se recurre a la comunidad para la prueba de los productos). Asimismo pueden beneficiarse de la venta de productos y servicios de FLOSS existentes, que utilizan para no desarrollar nuevos programas a partir de cero. Estas formas de depender de la comunidad FLOSS con fines de innovación, pueden afectar de manera diferente a innovación las empresas.

Otra característica relevante, es la capacidad de los recursos internos. Las ESIC son propensas a moderar la intensidad y el impacto de la colaboración con la comunidad de FLOSS según los recursos internos, la necesidad de acceder a recursos externos a bajo costo según cada proyecto innovador. La relación entre las ESIC y los programadores que forman parte de la comunidad de desarrolladores de FLOS representa cierta ratio costo-beneficio que la ESIC puede gestionar. En efecto, las ESIC Once 01 y Factor Evolución tiene la oportunidad de identificar a programadores que están vinculados a la red de FLOSS, según cierto perfil de programación: lenguaje, plataforma, calidad del código que escribe, al rastrearlo entre la lista de desarrolladores que han participado en algún proyecto de FLOSS.

Las ESIC Praxis y SSC complementan las capacidades internas con recursos de la comunidad solo para tareas específicas, bajo una estrategia de disminución de costos variables.

Las empresas grandes que se orientan a un mercado específico y están bien establecidas, tienen hábitos y rutinas difíciles de alterar. Por lo tanto, la historia de la empresa, tanto los propietarios, gerentes y empleados que iniciaron a laborar desde los inicios de la actividad empresarial, afecta a la relación entre la colaboración con la comunidad de FLOSS y los procesos para promover la innovación, generalmente en un modelo clásico de innovación abierta (donde solo se colabora con proveedores, usuarios, y otros agentes externos a la industria).

Por otro lado, los propietarios o gerentes y el personal con educación avanzada en ciencias de la computación o con amplia experiencia en el movimiento FLOSS son probablemente más capaces de apropiarse de los beneficios de innovación colaborativa, es decir, derivadas de la colaboración con la comunidad de software libre. La experiencia en cuanto a las formas y reglas de colaboración con la comunidad de software libre desempeñan un papel importante en la colaboración entre la empresa y la comunidad FLOSS.

Aprovechar las innovaciones públicas, y complementar las capacidades internas con las que ofrece la comunidad de FLOSS para fines de innovación no es nada fácil para una empresa de Software. De hecho, la comunidad de software libre puede verse como una canasta de recursos y capacidades tan amplia y diversa que tiene efectos de calidad muy variable. No obstante, encontrar a los colaboradores (programadores) que realizaron aportaciones a la comunidad con alta calidad representa ciertos costos, sobre todo en cuanto al tiempo que representa revisar las personas que contribuyeron al desarrollo de

algún proyecto de software, que se encuentren dentro de la lista de colaboradores en las licencias de FLOSS.

Con el fin de aportar valor a la innovación las empresas deben aprender a navegar en una fuente de recursos tan comunes. La empresa debe desarrollar la familiaridad con la que se desarrollan los proyectos de FLOSS de alta calidad para ser utilizado como base para el desarrollo de nuevos productos o soluciones de software e identificar quiénes son los desarrolladores de software libre con más talento que han participado en las actividades de innovación dentro de la comunidad.

Por otro lado, el trabajo de (Piva, et al., 2012) muestra que algunos desarrolladores que forman parte de la comunidad de FLOSS a veces desconfían de las empresas porque temen que el afán de lucro de las empresas pueda conducirlos a secuestrar el código abierto, eliminando de este modo el fondo común de FLOSS. En consecuencia, las empresas deben contar con “valores” y prácticas destinadas a impulsar a la comunidad de FLOSS para mantener las innovaciones públicas. Así deben aprender cómo hacer frente a los valores de apertura y el intercambio de conocimientos que informan a la comunidad de software libre. La violación de estos valores puede socavar gravemente las colaboraciones fructíferas con la comunidad de software libre, por lo que estas instituciones informales también son importantes a considerar en la dinámica de la innovación colaborativa de las empresas de software con base en FLOSS.

5. Conclusiones y futuras líneas de investigación

5.1 Principales aportaciones.

El estudio sobre la adopción de modelos de innovación privativo y colectivo permite entender las estrategias que adoptan las empresas dentro del capitalismo informático. El recurrir a bienes informacionales libres, públicos, facilita a las empresas que adoptan el modelo de innovación colectivo, aprovechar los bajos o nulos costos por la obtención de cierto software. Este fenómeno conocido en economía como el pasajero gratuito, lleva a aprovechar las ventajas del licenciamiento libre, para acceder a software de manera legal realizando a bajo costo. Otra de las ventajas del modelo colectivo es la oportunidad que representan los bienes públicos de ser estudiados para mejorar las capacidades de innovación.

Procesos de cooperación-competencia

Uno de los objetivos de la investigación fue analizar las razones por las cuales las empresas desarrolladoras de software adopta el modelo de innovación colectivo o el modelo de innovación privativo. Para ello se planteó la pregunta:

¿Cuáles son las motivaciones por las cuales las empresas desarrolladoras de Software eligen el modelo de innovación colectivo o el modelo de innovación privativo?

En respuesta, la investigación muestra que uno de los principales incentivos que tienen las empresas para adoptar el modelo de innovación colectivo se debe a que la competencia posee o puede acceder a bienes informacionales sustitutos. Mientras que la motivación interna que propicia la adopción del modelo de innovación colectiva es superar las restricciones financieras o complementar las capacidades internas al recurrir al software libremente revelado que permite la interacción con la comunidad de usuarios y desarrolladores de software libre.

De esta manera, el proceso de cooperación-competencia entre empresas que participan en redes globales de producción de conocimiento está fuertemente relacionado con la propiedad intelectual y las licencias con las que se difunden los bienes informacionales (véase cuadro 1.4 en el primer capítulo).

Algunas ESIC de Software (o el personal que labora en la empresa) se relacionan con la comunidad global de usuarios y desarrolladores de FLOSS como estrategia empresarial para desarrollar capacidades internas; hacer uso de capacidades externas o como

estrategia para optimizar costos. Consecuentemente las ESIC innovan bajo dos modelos determinados por las licencias (privativas o libres) de software. Cada modelo implica un tipo de estrategia económica para la minimización de costos sujeto restricciones como la valoración o preferencia de los usuarios y la calidad relacionada con cada tipo de software utilizado como base para innovar.

El modelo de innovación privativo, basado en licencias que impide, tanto el acceso al código fuente del software como la mejora y la redistribución de dichas mejoras, determina cierto tipo de vinculación y beneficios económicos distintos al modelo de innovación colectiva, caracterizado por el libre acceso al código fuente, la libertad de modificar de dicho código y la libertad de distribuir las modificaciones realizadas mediante licencias FLOSS (véase las licencias más comunes en el cuadro 1.4).

En efecto, el modelo privativo se relaciona con el proceso de innovación cerrada o innovación colaborativa, ésta última para aprovechar el capital relacional que permita la inserción en cadenas de valor. De modo que las vinculaciones estratégicas que establecen las ESIC con otros agentes del ecosistema, son: 1) con empresas grandes que presentan alto grado de intermediación en una red, con las cuales pueden establecer asociaciones y obtener certificaciones que mejore el capital intangible de las empresas; 2) con proveedores y usuarios que permitan la participación en ciertos proyectos o garantice el acceso a un tipo de mercado; y 3) con organizaciones gubernamentales que permita el acceso a financiamiento o infraestructura nacional a bajo costo.

Consecuentemente, los beneficios económicos al que acceden las ESIC de software que adoptan el modelo de innovación privativo nacionales, de tipo **N3** y **N5** (véase cuadro 1.3 en el primer capítulo), cuyas fuentes se deben a la transferencia estatal mediante programas de fomento a la industria de Software y al acceso a capital humano cuya remuneración es relativamente más baja (véase apartado 3.1, en la sección sobre remuneraciones).

El modelo de innovación colectivo, basado en licencias que permiten leer, estudiar, modificar y distribuir el software modificado, es un ejemplo típico de innovación abierta, que otorga, a las empresas, la posibilidad de acceder a bienes informacionales libremente revelados por otros innovadores. La relación de cooperación con la red de producción de conocimiento beneficia a las empresas en distintas etapas del proceso de innovación: en la búsqueda de bienes informacionales, que sean la base para nuevos productos o servicios

de software; o el recurrir a la comunidad para identificar fallas y recibir comentarios sobre la versión preliminar de algún producto o servicio.

Sin embargo, el acceso al código fuente no garantiza la innovación, aunque se presenta como oportunidad de generar capacidades para innovar. Además los bienes informacionales a los cuales accede depende tanto de las motivaciones económicas y de reciprocidad que tienen los programadores para liberar el código fuente, como del conocimiento inicial con que cuenta la ESIC para identificar el software que mejor se adapta a los requerimientos empresariales para satisfacer las necesidades del mercado al que se dirige la empresa.

Implicaciones del modelo adoptado sobre las capacidades, la innovación y el mercado.

El segundo objetivo fue Identificar las estrategias empresariales de uso colectivo de FLOSS para: 1) acceder a mercados específicos o diversificar la oferta; 2) mejorar los rendimientos del modelo de innovación o disminuir el riesgo; 3) establecer relaciones de cooperación-competencia con otros agentes involucrados en el ecosistema glocal de software. Para ello se planteó la pregunta:

¿Qué implicaciones tiene el hecho de que las empresas desarrolladoras de software utilicen software libre y de fuente abierta (FLOSS) o software privativo sobre las capacidades; el nivel de actividad de innovación y el mercado (difusión de las innovaciones)?

Como se revisó en el capítulo anterior, las empresas diversifican su oferta, sobre todo gracias al capital relacional. Es decir, la centralidad de grado de la red a la que pertenecen las empresas está relacionado con la diversificación de la oferta, más que con el modelo de innovación que se adopte. En segundo lugar, el riesgo asociado a la dependencia de las empresas a ciertos proveedores es menor en para las empresas que pertenecen a redes con mayor conexiones. De esta manera, las ESIC que se insertan a redes globales de producción de conocimiento tienen acceso a un abanico de proveedores más amplio que las empresas que adoptan un modelo de innovación privativo.

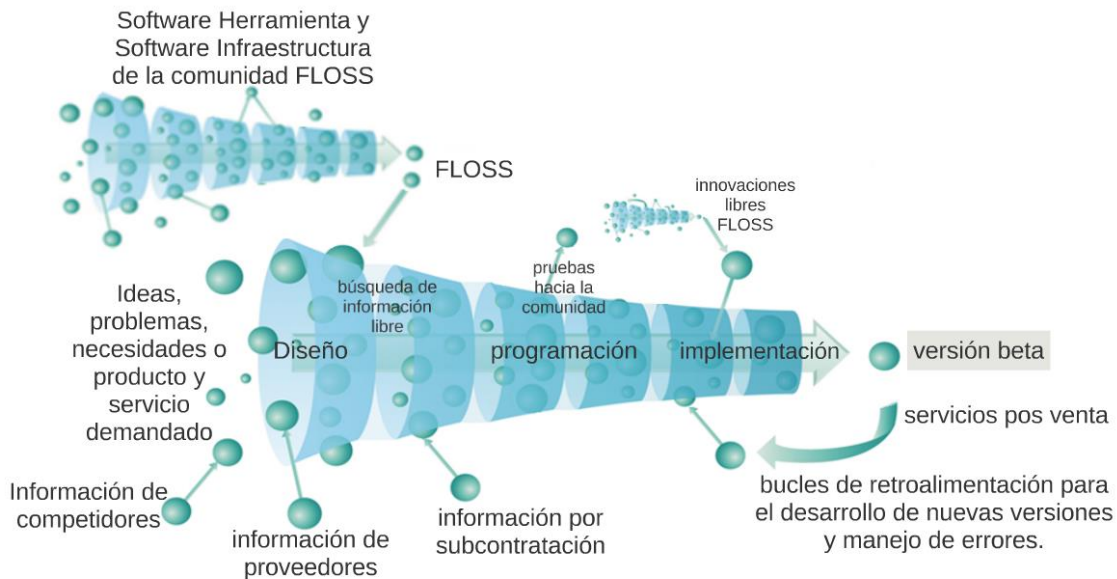
No obstante, el riesgo de comercialización es mayor en las empresas que adoptaron el modelo de innovación colectivo, respecto a las empresas que se vinculan con empresas grandes reconocidas, aunque sea bajo modelo de innovación privativo, ya que la relación que se establece de distribuidor o *partner*, garantiza la inserción a la cadena de valor y el acceso a mercados en los que la empresa socia tiene presencia.

En consecuencia el modelo de innovación privativa presenta estructuras de organización que pueden explicarse mediante conceptos de cadenas globales de valor, mientras que el concepto de redes globales de producción de conocimiento es más apropiado para describir la relación de cooperación-competencia entre las empresas y agentes que adoptan el modelo de innovación colectivo.

La investigación exploratoria permite identificar el modelo de innovación colectivo como una vía para reducir el ciclo de innovación. En efecto, el FLOSS permite que las empresas desarrollen innovaciones, productos y servicios con software existente, de modo que se reduce el tiempo y costos invertidos en la elaboración de un software desde cero.

El proceso de innovación que presentan las ESIC innovadoras que utilizan FLOSS para mejorar sus capacidades y reducir costos (tanto por pago de licencia como por utilizar herramientas de software públicas), es el siguiente:

Figura 5.1 Modelo de Innovación colectivo con base en FLOSS



Fuente: Elaboración propia con base en (Chesbrough, 2003) y los estudios de caso

De esta manera, el FLOSS representa un caso típico de bienes informacionales libres y accesibles para las ESIC; la inserción de las empresas, en una red global de producción de conocimiento se presenta como oportunidad para poner a prueba las primeras versiones de sus productos o servicios y realizar futuras mejoras. No obstante, la información del mercado, de los competidores y otros agentes constituye un activo primordial para diseñar e implementar adecuadamente las innovaciones de software que realice la empresa.

5.2 Limitaciones de la tesis

La investigación muestra que el modelo de innovación colectivo es un ejemplo típico de innovación abierta que representa una oportunidad para que las empresas de software generen capacidades gracias al acceso a bienes informacionales libremente revelados entre la comunidad de usuarios y desarrolladores de FLOSS. Dichos bienes libre pueden utilizarse como base para producir nuevo software y reducir los tiempos de innovación. La relación que establecen las ESIC de software con la red global de producción de FLOSS también permite identificar las tendencias sobre el desarrollo de proyectos, programas, lenguajes, herramientas y otras tecnologías útiles para la evolución de la industria a nivel global bajo decisiones de optimización económica.

La investigación cumple con el objetivo de ser un estudio exploratorio en México para verificar que el paradigma de innovación abierta ha cobrado importancia para la generación de capacidades. En especial, muestra que la adopción del modelo de innovación colectiva permite que el índice de capacidades sea mayor a la media, de modo que presenta una aportación al estudio sobre el uso de FLOSS como estrategia empresarial para la innovación. No obstante, la investigación también presenta limitaciones, principalmente cuatro:

1. Estudio de casos y recomendaciones de política.

Dado que la investigación se trata de un estudio exploratorio, no es posible inferir que en la mayoría de los casos, si una empresa pretende acceder a nichos de mercado para obtener una renta económica de tipo oligopolio (véase **N3** en el cuadro 1.3); incrementar las capacidades de innovación; o superar las restricciones financieras que pueda enfrentar, la opción más factible sea adoptar un modelo de innovación colectiva. De esta manera, no es posible afirmar que la adopción del modelo de innovación colectiva implica, en la mayoría de las empresas del sector, un aumento en los niveles de innovación (véase el diagrama causal del problema de investigación en la figura I.3).

Consecuentemente, no es posible identificar los incentivos que representarían un móvil económico para que las empresas adopten algún modelo de innovación. Por lo cual, a pesar de haber corroborado que las empresas adoptan distintos modelos de innovación y se traducen en niveles de Innovación y difusión diferenciados, los resultados no pueden ser traducidos a recomendaciones de política.

2. Capital relacional y comercialización de las innovaciones en los mercados.

El problema de la comercialización de las innovaciones sigue presentando un tema pendiente para la industria de software en países cuya penetración de TIC es baja respecto a los países desarrollados. Este problema no es estudiado a profundidad en esta investigación, el cual podría ser abordado mediante el estudio del capital relacional y de ejercicios de prospectiva tecnológica, actividad de la cual carece la mayoría de las MiPyME en México.

En este sentido, al observar la evidencia empírica de la investigación el alto índice de capacidades no está relacionada con un alto índice de resultados, es decir, con la difusión de las innovaciones, porque no es posible deducir si la adopción de un modelo colectivo implica el aumento de la innovación y comercialización de las innovaciones y consecuentemente no se puede inferir sobre si dicho modelo genera rentas económicas que aumente la competitividad de las empresas.

3. Aprendizaje y generación de capacidades por inserción a redes globales de producción de conocimiento

Según la literatura, el modelo de innovación colectiva en el software se presenta como una ventaja para que los programadores incrementen sus capacidades mediante el aprender-haciendo (learning by doing), ya que los desarrolladores tienen la habilidad de estudiar y modificar el código del FLOSS para realizar pequeñas mejoras. No obstante, la investigación no permite inferir que este proceso de aprendizaje es el que genera el aumento de capacidades, dado que el estudio exploratorio solo analiza la capacitación interna del personal y la importancia del personal certificado.

De esta manera queda pendiente verificar que la experiencia y el conocimiento inicial de los programadores o de la empresa influyen sobre la habilidad para el aprendizaje y sobre todo para identificar bienes informacionales libres que sean útiles para la generación de capacidades.

En este sentido, la oportunidad que representa el modelo de innovación colectivo para el aprendizaje mediante el estudio y mejora del código fuente disponible libremente, tendrían que mejorar los niveles de competitividad de la empresa. Así, siguiendo a (Rozga, 2009), queda pendiente verificar si las capacidades locales surgen como consecuencia debido a la dinámica de aprendizaje que obtienen los agentes locales debido a las transformaciones del sistema productivo, a la capacidad de organización en red y a la respuesta ante los desafíos globales y el aumento de competencia.

4. Rentas económicas o sobrebeneficios y competitividad

Por los aspectos anteriores, sobre todo por los casos analizados, la investigación no permite afirmar que las empresas mexicanas que se internacionalizan adoptando un modelo de innovación colectiva accedan a rentas de aprendizaje Tipo I4, (véase el cuadro 1.3 del primer capítulo), principal beneficio económico que aporta la literatura y que se esperaría observar como consecuencia del análisis exploratorio. En efecto, las rentas de aprendizaje solo presentan la característica de un bajo costo laboral. Sin embargo, solo una empresa estudiada compite internacionalmente, de manera que no se puede afirmar de manera concluyente que el modelo de innovación colectiva derive en cierto tipo de beneficio económico a nivel internacional.

Futuras líneas de investigación

Para mejorar el estudio que se inició con esta investigación exploratoria se sugieren tres líneas de investigación. Dichas propuestas pretenden obtener resultados representativos y bajo variables cuantitativas para identificar los incentivos que permitan sugerir instrumentos de política relevantes en materia de cooperación con las redes globales de producción de conocimiento y promover la innovación abierta en sectores de servicios intensivos en conocimiento.

En primer lugar se sugiere realizar investigaciones representativas de la industria local o regional bajo indicadores cuantitativos que midan: el grado de vinculación entre la empresa y los principales agentes del ecosistema industrial; las innovaciones que representativas de la empresa que se deban al grado de vinculación; los beneficios económicos reflejados en costos y beneficios. Estos indicadores podrían ser estudiados bajo un análisis de correlación para identificar el impacto que representa cada grado de vinculación con alguna red de agentes, sobre el éxito de las innovaciones y su consecuente beneficio. Una vez identificado el impacto, será posible rastrear los incentivos económicos y una población objetivo para el diseño de políticas que fomente o frene la colaboración mediante medidas en materia de propiedad intelectual y de generación de capacidades para la innovación.

En segundo lugar, queda pendiente el estudio del capital relacional como factor de éxito en la comercialización de las innovaciones. Este es uno de los principales retos que presentan las empresas, sobre todo porque gracias al capital relacional es posible identificar las necesidades de los agentes con los que se tiene contacto, así como los bienes y servicios a los que puede acceder de manera óptima si se cuenta con una cartera de proveedores más amplia.

En tercer lugar se puede profundizar más sobre el conocimiento inicial que requieren los individuos para aprovechar el acceso a conocimiento libre, que se traduzca en capacidades de innovación. Este tema es importante, sobre todo para el análisis de la educación en áreas en que se forman programadores y profesionales que ingresan a la industria de software. En este sentido, también es importante identificar el papel del uso de FLOSS y el software privativo en las universidades, debido a la dependencia hacia un tipo de software o la posible libertad para acceder al código fuente de herramientas que se utilizan desde la academia en cualquier área, pues la educación juega un papel primordial en la constitución de una economía basada en el conocimiento.

Bibliografía

Expert Panel European Union, 2011. *Meeting the Challenge of Europe 2020: Transformative power of ServiceInnovation*, s.l.: EU.

Ajila, S. & Wu, D., 2007. Empirical study of the effects of open source adoption on software development economics.. *Journal of Systems and Software.* , 80(9), p. 1517–1529.

AMESOL, 2015. *Asociación Mexicana Empresarial de Software Libre*. [Online]
Available at: <http://www.amesol.ac/>
[Accessed 27 05 2015].

AMITI, 2013. *Mapa de Ruta 2025. Para transformar a México a través de la adopción de Tecnologías de la Información y Comunicaciones*. [Online]
Available at: http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2013/5/mapaderuta2025_sec.pdf
[Accessed 20 05 2015].

AMITI, 2014. *Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de la Información*. [Online]
Available at: <http://amiti.org.mx/>
[Accessed 21 05 2015].

AMITI-CANIET-FMD, 2006. *Visión México 2020: Políticas públicas en Materia de Tecnologías de Información y Comunicaciones para impulsar la competitividad de México*. [Online]
Available at: http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2006/12/re_agenda_digital_2020_amiti_06.pdf
[Accessed 20 05 2015].

ANADIC, 2015. *Asociación Nacional de Distribuidores de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. [Online]
Available at: <http://www.anadic.com.mx/>
[Accessed 21 05 2015].

Andersen, E., 1991. Techno-economic Paradigms as Typical Interfaces between Producers and Users. *Evolutionary Economics*, 1(2), pp. 119-144.

Andersen, E. S., 1996. *Evolutionary Economics. Post-Shumpetian Contributions*.. London: Biddles Ltd. Guildtord and King's Lynn.

Anon., n.d. s.l., s.n.

Antón, E., 2002. El sector TIC y la Sociedad de la Información. Las estadísticas en la OCDE. *Economía Industrial*, Issue 343.

Arora, A., Fosfuri, A. & Gambardella, A., 2001. Markets for Technology and their Implications for Corporate Strategy. *Industrial and Corporate Change*, 10(2).

Arrow, K., 1962. Economic welfare and the allocation of resources for inventions. In: *The rate and direction of inventive activity*. s.l.:Princeton University Press, pp. 609-625.

Arrow, K., 1962. The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), p. 155–173.

Arrow, K. J., 1979. The economics of information. In: M. Deltouzos & J. Moses, eds. *The Computer Age: A Twenty-Year View*. Cambridge (Mass): MIT Press.

Audretsch, D. & Feldman, M., 1996. R&D Spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, Volume 86, pp. 630-640.

Avella, L., 2005. ¿Es la fabricación ágil un nuevo modelo de producción?. *Universia Business Review-Actualidad Económica*, Segundo trimestre.

Axelrod, R., 2006. *The Evolution of Cooperation*. Revised ed. s.l.:Perseus Books Group.

Balassa, B., 1988. *Los países de industrialización reciente en la economía mundial*. México: Fondo de Cultura Económica.

Banco Central do Brasil, 2004. *Balance of Payments Report*. [Online] Available at: www.bcb.gov.br/ftp/NotaEcon/NI200401sei.zip [Accessed 21 05 2015].

Barrionuevo, A., 2006. Patentes de Software, Monopolios de ideas. *Comunicación Tecnimap Sevilla*, mayo-junio. Issue 84.

BEA, 2014. *Gross-Domestic-Product-(GDP)-by-Industry Data*. [Online] Available at: http://bea.gov/industry/xls/GDPbyInd_VA_NAICS_1997-2013.xlsx [Accessed 24 Junio 2014].

Bell, M. & Pavitt, K., 1995. The development of technological capabilities. In: I. Haque, ed. *International Competitiveness: Interaction of the Public and the Private Sectors*. Washington: Banco Mundial, pp. 69-101.

Belmans, W. & Lambrette, U., 2012. *CISCO: The Cloud Value Chain Exposed. Key Takeaways for Network Service Providers*. [Online]

Available at: <http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/sp/Cloud-Value-Chain-ExposedL.pdf>

[Accessed 5 11 2014].

Berumen, S. A., 2008. *Cambio tecnológico e innovación en las empresas*. Madrid: ESIC.

Blair, J. & Dussel-Peters, E., 2006. Global Commodity Chains and Endogenous Growth: Exports Dynamics and Development in Mexico and Honduras. *World Development*, Volume 34, pp. 203-221.

BLS, 2014. *Current Employment Statistics - CES (National)*. [Online] Available at: <http://www.bls.gov/ces/>

[Accessed 20 mayo 2014].

Boutang, Y. M., 2011. what is cognitive capitalism?. In: Y. M. Boutang, ed. *Cognitive Capitalism*. USA: Polity Press.

Callon, M., Law, J. & Rip, A., 1986. *Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world..* London: Macmillan.

Campos, M. A. & Corona, L., 1994. *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*. México: IIMAS UNAM.

CANIETI, 2014. *Cámara Nacional de la Industria Electrónica. de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información*. [Online]

Available at: <http://www.canieti.org/Inicio.aspx>

[Accessed 21 05 2015].

Cano, A., 2010. *Nuevas formas de valorización del conocimiento en el esquema de la realización de ganancia del capital. Caso de estudio de la Asociación Mexicana Empresarial de Software Libre*. Tesis de Maestría en Ciencias Sociales ed. México: FLACSO.

Carnoy, M., 2001. *El trabajo flexible en la era de la Información*. Madrid: Alianza.

Castells, M., 1999. *La era de la información*. México: Siglo XXI.

CENATIC, 2011. *Encuesta sobre el Software de Fuentes abiertas en la Administración Pública Estatal (ESFA-AGE)*. [Online]

Available at: <http://www.cenatic.es/publicaciones/onsfa?download=117%3Ael-software-libre-en-los-organismos-publicos-de-ambito-estatal>

[Accessed 19 10 2012].

CEPAL, 2009. *Inversión extranjera directa en servicios empresariales a distancia en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Chairman, J. J., 2008. "FOSS is costing vendors \$60 Billion" in *The Standish Group International*, Boston, MA. [Online] Available at: <http://www.standishgroup.com>. [Accessed 12 01 2016].

Chang, H.-J., 2010. *Bad Samaritans: The Myth of Free Trade and the Secret History of Capitalism*. s.l.:Bloomsbury Press.

Chesbrough, H., 2003. The era of Open Innovation. *MIT Sloan Management Review*, 44(3).

Chesbrough, H., 2006. Chapter1 Open Innovation: A New Paradigm for understanding Industrial Innovation. In: *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. UK: Oxford University Press.

Consumano, M., 1988. *Software Technology Management: 'Worst' Problems and 'Best' Solutions*. USA: MIT.

Coriat, B., 1978. Revoluciones del proceso de trabajo en el modo de producción capitalista. *Investigación Económica*, julio-septiembre.XXXVI(145).

Coriat, B., 1982. *El taller y el cronómetro. Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*. México: Siglo XXI.

Coriat, B., 1992. *El taller y el robot. Ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la electrónica*. México: Siglo XXI.

Coriat, B., 2008. El régimen de la propiedad intelectual y la innovación. *Realidad Económica*, enero-febrero.Issue 233.

Corona, L., 1997. *Cien empresas innovadoras en México*. México: M.A. Porrúa-UNAM.

Corona, L., 2002. Innovación y competitividad empresarial. *Aportes*, mayo-agosto, VII(20), pp. 55-65.

Corona, L., 2002. *Teorías Económicas de la Innovación Tecnológica*. México: IPN-CIECAS-UNAM.

Corona, L., 2005. *México: el reto de crear ambientes regionales de innovación*. México: CIDE-FCE.

Corona, L., 2014. *Knowledge intensive sectors in Mexico: An international comparison*. Helsinki, Finland, The European Association for Research on Services, RESER.

Corona, L., 2015a. *Índice INDICO: Innovación, Difusión y Competitividad*, México: CEPCyT-UNAM.

Corona, L. & Borja, B., 2015b. Tipología de la innovación en empresas de servicios intensivos de conocimiento. In: *Innovación para el futuro: emprendimiento, sistemas e inclusión*. México: CIECAS-IPN.

Corona, L. & Paunero, X., 2013. *Ante la crisis: estrategias empresariales de innovación en México y España*. México: UNAM-Siglo XXI.

Correa, C., 1990. The Legal Protection of Software: Implications for Latercomer Strategies in Newly Economies (NIES) and Middle-Income Economies (MIES). *Working Papers, OCDE, Development Centre*, octubre. Issue 26.

COSMIC, 2011. *COSMIC Certificate Holders*. [Online] Available at: <http://www.cosmicon.com/certificateHoldersV3.asp#Mexico> [Accessed 15 04 2015].

Coulter, N., Monarch, I. & Konda, S., 1998. Software engineering as seen through its research literature: A study in co-word analysis. *Journal of the American Society for Information Science*, 49(13), pp. 1206-1223.

Dabat, A., 1993. *El mundo y las naciones*. México: CRIM-UNAM.

Dabat, A., 1994. *Capitalismo mundial y capitalismo nacionales*. México: FCE.

Dabat, A., 2006. Capitalismo informático y capitalismo industrial. Acercamiento al perfil histórico del nuevo capitalismo. *Economía Informa*, enero-febrero. Issue 338.

Dabat, A. & Ordóñez, S., 2009. *Revolución Informática, nuevo ciclo industrial e industria electrónica en México*. México: Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Casa Juan Pablo.

Dabat, A., Ordóñez, S. & Rivera, M. A., 2005. La reestructuración del cluster electrónico de Guadalajara (México) y el nuevo aprendizaje tecnológico. *Problemas del desarrollo*, octubre-diciembre. 36(143).

Dabat, A. & Rivera Ríos, M. Á., 2007. *Cambio histórico mundial, conocimiento y desarrollo*. México: Casa Juan Pablos.

- Dabat, A., Rivera, M. Á. & Sebastián, S., 2007. Rentas Económicas en el marco de la globalización: Desarrollo y Aprendizaje. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 38(151), pp. 11-36.
- Dachs, B., Biege, S. & Borowie, M., 2013. Servitisation in European manufacturing industries: empirica levidence from a large-scale database. *The Service Industries Journal*.
- David, P., 1992. Knowledge, property, and the system dynamics of technological change. *the World Bank Annual Conference on Development Economics*, p. 215–247.
- David, P. A. & Foray, D., 2002. Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento. *Revista Comercio Exterior*, junio.51(6).
- David, P. A. & Foray, D., 2002. Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, Issue 171.
- Dávila, M., 2009. *GNU/Linux y el Software Libre y sus múltiples aplicaciones*. México: Alfaomega.
- Díaz, Á., 2006. *TIC y Propiedad Intelectual: Desafíos de Política Pública en 9 países de América Latina y el Caribe*. Brasil: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Djellal, F. & Gallouj, F., 2013. The productivity challenge in services: measurement and strategic perspectives. *The Service Industries Journal*, pp. 282-299.
- Dosi, G. e., 1988. *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter Publishers.
- Dosi, G., Pavitt, K. & Soete, L., 1991. *Economía del cambio tecnológico y el comercio internacional*. México: Conacyt-Secofi.
- Dosi, G., Pavitt, K. & Soete, L., 1993. *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*. México: CONACYT-SECOFI.
- Drejer, I., 2004. Identifying innovation in surveys of services: a Schumpeterian perspective.. *Research Policy*, Volume 33, p. 551–562.
- Drucker, P., 1985. *Innovation and Entrepreneurship Practice and Principles*. New York: Harper & Row.
- Drucker, P. F., 1999. Knowledge-worker productivity: the biggest challenge. *California Management Review*, 41(2), pp. 79-94.
- Dussel, E., 1998. *La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (Mexico) en la década del noventa*. Santiago de Chile: CEPAL.

Eichner, A., 1976. *The Megacorp and Oligopoly: Micro Foundations of Macro Dynamics*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.

Eischen, K., 2002. *Software Development: A View form the outside*. USA: Working Paper Series 2002-3, University of California.

Eischen, K., 2002. *The Social Impact of Informational Production: Software Development as an Informational Practice*. USA: Workin Paper Series 2002-1, University of California.

Eischen, K., 2003. Development Architectures: Software Practice, Industry Organization and Industry Evolution in India. In: *The Software Industry in the Developing World Workshop*. Yale University: s.n.

Eischen, K., 2005. Los servicios de tecnología de información en India: protagonistas, lugares y prácticas. *Comercio Exterior*, semptiembre.55(9).

El País, 2007. *Aplastante derrota de Microsoft en Europa*. [Online] Available at: http://elpais.com/diario/2007/09/18/economia/1190066401_850215.html

ENOE, 2014. *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*. [Online] Available at: http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=encue&c=3 [Accessed 16 mayo 2014].

Ernst, D., 2002. Global Production Networks and tha Changing Geography of Innovation Systems. Implications for Developing Countries. *Economics of Innovation & New Technology*, 11(6), pp. 497-523.

Ernst, D., 2003. Redes globales de producción, difusión de conocimiento y formación de capacidades locales. Un marco conepctual. In: *La industria electrónica en México*. s.l.:universidad de Guadalajara, México.

Estrada González, E., 2010. Competencia Económica. In: *Los grandes problemas de México. Microeconomía*. México: s.n., pp. 123-174.

European Commission, 2010. *Competition, List of NACE codes*. [Online] Available at: http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace_all.html [Accessed 2 Julio 2014].

EUROSTAT, 2014. *Search database*. [Online] Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database [Accessed 24 Junio 2014].

Evangelista, R., 2000. Sectoral Patterns of Technological Change in Services. *Economics of Innovation and New Technology*, pp. 183-221.

Evangelista, R. & Savona, M., 2003. Innovation, employment and skills in services. Firm and sectoral evidence. *Structural Change and Economic Dynamics*, p. 449–474.

FCCT, 2007. *La Tecnología Mexicana al Servicio de la Industria. Casos de éxito presentados en los Seminarios Regionales de Competitividad 2005-2006*. [Online] Available at: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/libros.html [Accessed 2014].

Foray, D., 2000. *Economics of Knowledge*. Cambridge: The MIT Press.

FSF, 2015. *Free Software Foundation Licenses*. [Online] Available at: <http://www.gnu.org/licenses/licenses.en.html> [Accessed 10 enero 2015].

Fuchs, V. R., 1968. *The Service Economy*. New York and London: National Bureau of Economic Research, Columbia University Press.

Garza, G., 2006. *La organización espacial del sector servicios en México*. México: El Colegio de México.

Gates, W., 1976. *An Open Letter to Hobbyists*. [Online] Available at: http://www.microsoft.com/about/companyinformation/timeline/timeline/docs/di_hobbyists.doc [Accessed 16 08 2013].

Gereffi, G., 1999. International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chain. *Journal of International Economics*, Volume 38, pp. 37-70.

Gereffi, G., 2001. Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, Volume 32, pp. 9-37.

Ghani, E. & Kharas, H., 2010. The Service Revolution. *Economic Premise*, mayo. Issue 14.

Gobierno de la República, 2013. *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. [Online] Available at: <http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf> [Accessed 21 05 2015].

- Godin, B., 2006. The knowledge-based economy: conceptual framework or buzzword?. *Journal of Technology Transfer*, Volume 31.
- Godin, B., 2010. The knowledge economy: fritz Machlup's construction of a synthetic concept. In: R. Viale & H. Etzkowitz, eds. *Thee Capitalization of Knowledge. A Triple Helix of University-Industry-Government*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing Limited.
- González, D., 2006. *Estudio exploratorio de los factores críticos de éxito de la Industria Mexicana del Software y su relación con la orientación estratégica de negocio*, España: ITIO, Universidad Politécnica de Valencia.
- González, D. & Rodenes, M., 2007. Factores críticos de éxito de la industria mexicana del software y su relación con la orientación estratégica de negocio: un estudio empírico-exploratorio. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 4(1), pp. 47-70.
- González, R. & García, F., 2011. Innovación abierta: Un modelo preliminar desde la gestión del conocimiento. *Intangible Capital*, 7(1), pp. 82-115.
- Guadamuz, A., 2006. The software patent debate. *Journal of Intellectual Property Law & Practice*, 10 January.
- Held, D., McGrew, A., Goldblatt, D. & Perraton, J., 1999. *Transformaciones globales. Política, economía y cultura*. Oxford: University Press.
- Hertog, P., 2000. Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation. *International Journal of Innovation Management*, pp. 491-528.
- Hirschman, A., 1958. *The Strategy of Economic Deevlopment*. New Haven: Yale University Press.
- Hodgson, G., 2014. On fuzzy frontiers and fragmented foundations: some reflections on the original and new institutional economics. *Journal of Institutional Economics*, Julio.
- Hodgson, G. M., 1997. Economics and Evolution and the Evolution od Economics. In: *Economics and Evolution*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 9-40.
- Hodgson, G. M., 2003. El problema de la especificidad histórica. *Investigación Económica*, julio-septiembre, 62(245), pp. 33-69.
- Hodgson, G. & Stoelhorst, J., 2014. Introduction to the special issue on the future of institutional and evolutionary economics. *Journal of Institutional Economics*, agosto.

Howells, J. & Teller, B., 2004. *Innovation in services: Issues at Stake and Trends*, Manchester UK: University of Manchester.

Hualde, A., 2008. *Pymes y sistemas regionales de Innovación: La industria del Software en Baja California y Jalisco*. México: UAM/Colegio de la Frontera Norte.

Hualde, A. & Gomis, R., 2007. Pyme de software en la frontera norte de México: desarrollo empresarial y construcción insititucional de un cluster. *Problemas del Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía*, 38(150), pp. 193-212.

Hualde, A. & Mochi, P., 2008. México: ¿una apuesta estratégca por la industria del software?. *Comercio Exterior*, mayo, 58(5), pp. 335-249.

IBM, 1979. *Measuring Application Development Productivity*. [Online] Available at: <http://fattocs.com/files/pt/artigos/MeasuringAplicationDevelopmentProductivity.pdf> [Accessed 20 04 2015].

INDAUTOR, 2014. *MARCO JURÍDICO. COVENIOS Y TRATADOS DE LA OMPI*. [Online] Available at: <http://www.indautor.gob.mx/ompi.html> [Accessed 04 01 2015].

INE , 2014. *Economía, Cuentas económicas. Contabilidad nacional de España. Base 2008. Serie homogénea 1995-2012*. [Online] Available at: http://www.ine.es/daco/daco42/cne08/dacocne_enlace.htm [Accessed 2014 junio 2014].

INEGI, 2006. *ESIDET-MTIC*. [Online] Available at: www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/esidet/default.aspx [Accessed 15 11 2009].

INEGI, 2013. *“Análisis de la demografía de los establecimientos 2012 - Inegi”*. [Online] Available at: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/economico/analisis_demoq_12/Res_ade12.pdf [Accessed 12 agosto 2014].

INEGI, 2014. *Banco de Información Económica*. [Online]
Available at: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
[Accessed 3 Julio 2014].

INEGI, 2015. *Banco de Información Económica*. [Online]
Available at: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
[Accessed 3 Julio 2014].

INEGI, 2015b. *Censos Económicos 2014*. [Online]
Available at:
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>
[Accessed 20 11 2015].

ISIC Rev.3, 2015. *United Nations Statistics Division. Detailed structure and explanatory notes of ISIC Rev.3.1*. [Online]
Available at: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=2>
[Accessed 17 abril 2015].

ISOTools, 2015. *Software ISO, BSC, BMP*. [Online]
Available at: <https://www.isotools.org/2012/10/25/que-necesito-iso-9001-iso-9002-iso-9003-o-iso-9004/#sthash.iSWzCmrU.dpbs>
[Accessed 21 05 2015].

ITAM, 2005. *La Industria de Servicios de Software en México: Diagnóstico, prospectiva y estrategia*. México: Centro de Estudios de Competitividad, ITAM, Select.

Jasso, J., 2004. Trayectoria tecnológica y ciclo de vida de las empresas: una interpretación metodológicas acerca del rumbo de la innovación. *Contaduría y Administración, FCA-UNAM*, Issue 214, pp. 83-96 .

Kantis, H., Angelelli, P. & Gatto, F., 2014. *Nuevos emprendimientos y emprendedores: de qué depende su creación y supervivencia?. Explorando el caso argentino.* [Online]
Available at: <http://sladeinternacional.com/wp-content/uploads/2014/03/Nuevos-Emprendimientos-Kantis-Angelelli-Gatto.pdf>
[Accessed 14 Agosto 2014].

Kaplinsky, R., 2004. Spreading the Gains form Globalization. *Problems of Economic Transition*, june, 47(2), pp. 74-115.

Kodama, F., 2014. MOT in transition: From technology fusion to technology-service convergence. *Technovation*, Volume 34, pp. 505-512.

Koh, E., 2009. *The Adoption of Open Source Software by Singaporean Companies*. Queensland: University of Technology.

Langlois, R. N. & Mowery, D. C., 1996. The Federal Government Role in the Development of American Software Industry: An Assessment. In: D. Mowery, ed. *The International Computer Software Industry: A comparative Study of Industrial Evolution and Structure*. USA: Oxford University Press.

Leydesdorff, L., 2006. While a Storm is Raging on the Open Sea: Regional Development in a Knowledge-based Economy. *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), pp. 189-203.

Leydesdorff, L. & Meyer, M., 2003. The Triple Helix of university-industry-government relations. *Scientometrics*, 58(2), pp. 191-203.

Leydesdorff, L. & Meyer, M., 2006. Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems: Introduction to the special issue. *Research Policy*, 35(10), pp. 1441-1449.

Lipietz, A., 1984. *La mundialización de la crisis general del fordismo: 1967-1984*. Paris: CEOREMAP No. 8413, junio.

LPI, 2014. *Linux Professional Institute Certification*. [Online] Available at: <https://www.lpi.org/certification/> [Accessed 29 01 2015].

Lundvall, B.-Å., 1985. *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.

Lundvall, B.-Å., 1988. Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to National Systems of Innovation. In: G. Dosi, ed. *Technology and Economic Theory*. London: Pinter Publishers.

Lundvall, B.-Å., 1992. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.

Machlup, F., 1962. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. s.l.: Princeton University Press.

Machlup, F., 1979. Stocks and flows of Knowledge. *Kyklos*, Volume 32, pp. 400-411.

- Malhotra, A. & Majchrzak, A., 2014. Managing crowds in innovation challenges. *California Management Review*, 56(4), pp. 103-123.
- Manacorda, P., 1976. *El ordenador del capital. Razón y mito de la informática*. España, Madrid: Blume Ediciones.
- Maroto-Sánchez, A. & Cuadrado-Roura, J. R., 2009. Is growth of services an obstacle to productivity growth?. *Structural Change and Economic Dynamics*, pp. 254-265.
- Masuda, Y., 1984. *La sociedad informatizada como sociedad post-industrial*. Madrid: Fundesco Tecnos.
- Mcadam, R., 2002. Knowledge management as a catalyst for innovation within organizations: A qualitative study. *Knowledge and Process Management*, 7(4), pp. 214-233.
- McGowan, M. K., Stephens, P. & Gruber, D., 2007. An Exploration of the Ideologies of Software Intellectual Property: The Impact on Ethical Decision Making. *Journal of Business Ethics*, July, 73(4), pp. 409-424.
- Míguez, P. & Sztulwark, S., 2012. Valorización del conocimiento en el nuevo capitalismo. *VII Jornadas de Sociología, UNGS*.
- Miles, I., 2003. Services and the knowledge based economy. In: *Service Innovation. Organizational responses to technological opportunities & market imperatives*. London: Imperial College Press, pp. 81-112.
- Miles, I., 2005. Innovation in Services Ch 16. In: *The Oxford Handbook of Innovation An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass: Oxford University Press, pp. 433-458.
- Miles, I. & Coombs, R., 2000. Innovation, Measurement and Services: The new problematique. In: *Innovation Systems in the Service Sectors. Measurement and Case Study Analysis*. Boston-Dordrecht-London: Kluwer, pp. 85-104.
- Mochi, P., 2006. *La industria del software en México en el contexto internacional y latinoamericano*. Cuernavaca, México: UNAM/CRIM.
- Mochi, P. & Hualde, A., 2008. Oportunidades y desafío de la industria del software en México. In: P. Tigre & F. Silveira, eds. *Desafíos y Oportunidades de la Industria de Software en América Latina*. Santiago, Chile: CEPAL/Ediciones Mayol.

Mowery, D. C., 1999. The computer software Industry. In: D. C. Mowery & R. R. Nelson, eds. *Sources of industrial leadership. Studies of seven industries*. USA: Cambridge University Press.

Mustchke, P. & Quaan Haase, A., 2004. Collaboration and cognitive structures in social science research field. *Scientometric*, 4(2), pp. 819-841.

Nelson, R. R., 1998. An agenda for growth theory: a different point of view. *Cambridge Journal of Economics*, Issue 22, pp. 497-520.

Nelson, R. R. & Winter, S. G., 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press/Harvard University Press.

Nelson, R., Winter, S., Levin, R. & Klevorick, A., 1987. Appropriating the returns from industrial research and development. *Brookings Papers on Economic Activity*, Volume 3, pp. 783-820.

Neumann, M., 2014. *Open Innovation vs Crowdsourcing vs Co-creation*. [Online] Available at: <http://www.wazoku.com/blog/open-innovation-vs-crowdsourcing-vs-co-creation/>

[Accessed 01 09 2015].

Nicholson, C., 2011. *Apple and Microsoft Beat Google for Nortel Patents*. *The New York Times*. [Online]

Available at: http://dealbook.nytimes.com/2011/07/01/apple-and-microsoft-beat-google-for-nortel-patents/?_r=0

[Accessed 19 01 2015].

North, D., 1993. *Instituciones, cambio institucional y desarrollo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

North, D., 1993. *Instituciones, cambio institucional y desarrollo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

OCDE, 1996. *The knowledge-based economy*. [Online]

Available at: <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/1913021.pdf>

OCDE, 2005. *Manual de Oslo. Guía para la recolección e interpretación de datos sobre Innovación*. Tercera Edición. [Online]

Available at:

http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTO

RADOS/INVESTIGACION/O.T.R.I/DEDUCCIONES%20FISCALES%20POR%20INNOVACION/RESUMEN%20MANUAL%20DE%20OSLO/OECDOSLOMANUAL05 SPA.PDF

[Accessed 06 10 2013].

OCDE, 2006. *Innovation and Knowledge-Intensive Services Activities*, Paris: OCDE.

OCDE, 2009. *Innovation in the Software Sector*. [Online] Available at: <http://www.oecd.org/sti/ind/44131881.pdf>

[Accessed 13 07 2015].

OECD, 2011. *ISIC REV. 3 TECHNOLOGY INTENSITY DEFINITION*, Paris: OECD Directorate for Science, Technology and Industry; Economic Analysis and Statistics Division.

Omachonu, V. K. & Einspruch, N. G., 2014. Innovation: implications for goods and services.. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 7(2), pp. 109-127.

OMC, 2014. *ACUERDO DE LA RONDA URUGUAY. Aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio*. [Online]

Available at: http://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/27-trips_01_s.htm

OMPI, 2008. *Propiedad intelectual y software*. [Online]

Available at: http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2008/06/article_0006.html

Ordoñez, S., 2005. Capitalismo del conocimiento, elementos teóricos – históricos. *Revista Economía Informa, Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México.*, Issue 338.

Ordoñez, S. & Ortega, R., 2006. El capitalismo del conocimiento y el software libre y de fuente abierta: historicidad y nueva alternativa de desarrollo para el siglo XXI. *Revista EconomíaUNAM*, 6(17).

OSI, 2010. *Open Source Initiative*. [Online]

Available at: <http://opensource.org/licenses>

[Accessed 10 enero 2015].

OSI, 2014. *Open Source Initiative*. [Online]

Available at: <http://opensource.org/>

[Accessed 19 01 2015].

Pérez, C., 2001. Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista de la CEPAL*, diciembre. Issue 75.

Pérez, C., 2004. *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. México: Siglo xxi.

Pérez, C., 2004. *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. México: Siglo XXI.

Piva, E., Rentocchini, F. & Rossi-Lamastra, C., 2012. Is open source software about innovation? Collaborations with the Open Source Community and Innovation Performance of Software Entrepreneurial Ventures. *Journal of Small Business Management*, 50(2), pp. 340-364.

PNUD, 2004. *Free Open Source Software: Government Policy*. [Online] Available at: <http://2001.bilisimsurasi.org.tr/iosn/foss-gov.pdf> [Accessed 13 05 2015].

Porat, M., 1977. *The Information Economy: Definition and Measurement*, Washington: Office of Telecommunications.

Porter, M., 1991. *La Competitividad de las Naciones*. Buenos Aires Argentina: Javier Vergara Editores.

prosoft, 2014. *Estudion Nacional de Sueldos y Rotación de Empleo en el Sector de TI, México: SE*. [Online] Available at: https://prosoft.economia.gob.mx/Imagenes/ImagenesMaster/Estudios%20Prosoft/AREF_07.pdf [Accessed 10 04 2015].

Raghavan, A., Pundir, A. & Ganapathy, L., 2012. Implementing Integrated Lean Six Sigma for Software Development: A Flexibility Framework for Managing the Continuity. Change Dichotomy. *Global Journal of Flexible Systems Management*, june.13(2).

Raymond, E. S., 1999. *The Cathedral & the Bazaar*. s.l.:O'Reilly Media.

ReportLinker, 2011. *Global and China Laptop and Tablet PC Industry Report, 2011-2012*. [Online] Available at: <http://www.reportlinker.com/p0294121/Global-and-China-Laptop-and-Tablet-PC-Industry-Report.html> [Accessed 26 03 2015].

Rivera , M. A., 2005. *Capitalismo informático, cambio tecnológico y desarrollo nacional*. México: UG-UNAM-UCLA-Juan Pablos.

Rivera, M., 2007. Rentas Económicas y aprendizaje: espacio global, nación y empresa. *Economía Informa*, septiembre-octubre, Volume 348, pp. 48-60.

Rivera, M., Ranfla, A. & Bátiz, J., 2010. Aprendizaje tecnológico en empresas del software en México. Cuatro territorios locales: Guadalajara, Tijuana, Mexicali y Distrito Federal. *Economía: Teoría y Práctica*, abril-junio. Issue 33.

Rizk, N. & El-Kassas, S., 2010. The software industry in Egypt: What role for open source? . In: N. Rizk & L. Shaver, eds. *Access to Knowledge in Egypt, New Research on Intellectual Property, Innovation, and Development*.. USA: Bloomsbury, pp. 134-173.

Robles, G., 2013. *Los desarrolladores de Software Libre*. Berlin, TU.

Rosenberg, N., 1979. *Economía del cambio tecnológico*. México: FCE.

Rozga, R., 2009. La dimensión local y regional de los procesos de innovación tecnológica. In: G. Dutrenit, ed. *Sistemas Regionales de Innovación: Un espacio para el desarrollo de las pymes. El caso de la industria de maquinados industriales*. México:: Universidad Autónoma Metropolitana/Textual, pp. 20-32.

RUSL, 2014. *Ranking de universidades en software libre*. [Online] Available at: <http://www.portalprogramas.com/software-libre/ranking-universidades/> [Accessed 15 07 2014].

Saiedian, H. & Carr, N., 1997. Characterizing a software process maturity model for small organizations. *ACM SIGICE Bulletin*, 23(1), pp. 2-11.

Sampedro, J. L., 2011. *Conocimiento y empresa: La industria de software en México*. México: Plaza y Valdés-UAM-C.

Sánchez, J., 2012. SOPA, PIPA, Ley Döring violan derechos e inhiben innovación. *El Economista*, 30 03.

Santiago, R., 2005. *MYGNET. CMM estandar de la Ingenieria de Software*. [Online] Available at: <http://www.mygnet.net/articulos/software/567> [Accessed 21 05 2015].

Schettkat, R. & Yocarini, L., 2006. The shift to services employment: A review of the literature.. *Structural Change and Economic Dynamics* , pp. 127-147.

- Schumpeter, J., 1976. *Capitalism, Socialism and Democracy*. NY, US: Harper & Row.
- Schumpeter, J. A., 1957. *Teoría del desenvolvimiento económico*. Tercera Edición ed. México: Fondo de Cultura Económica.
- SCIAN, 2013. *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte*. [Online] Available at: <http://seduma.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2015/02/SCIAN-inegi.pdf> [Accessed 14 04 2015].
- Secretaría de Economía, 2002. *Programa para el desarrollo de la industria de Software*. [Online] Available at: www.prosoft.economia.gob.mx [Accessed 17 09 2012].
- SEI, 2010. *Software Engineering Institute*. [Online] Available at: <https://www.sei.cmu.edu/cmml/> [Accessed 05 2015 2015].
- SEP CIDE, 2010. *ENAVI. Encuesta Nacional de vinculación en Instituciones de Educación Superior*, Mexico: s.n.
- SG Software, 2005. *Industria Mexicana del Software. Un estudio en cifras.* [Online] Available at: <http://sg.com.mx/content/view/404> [Accessed 08 10 2011].
- SIEM, 2010. *Cadena Productiva: Mapa Descriptivo para la Electrónica y Comunicaciones*. [Online] Available at: <http://www.siem.gob.mx/siem/portal/cadenas/CadenasProductivas.asp> [Accessed 22 05 2015].
- Simó, P. & Sallán, J. M., 2008. Capital intangible y capital intelectual: Revisión, definiciones y líneas de investigación. *Estudios de Economía Aplicada Departament d'Organització d'Empreses UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA*, 26(2), pp. 65-78.
- Smith, A., 1776. *Investigacion de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Valladolid: Viuda e hijos de Tomás Santander.
- Sraffa, P., 1951. On the Principles of Political Economy and Taxation. . In: *The Works and Correspondence of David Ricardo*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 1951–1973.
- Stallman, R., 1985. *The GNU Manifesto*. Free Software Foundation, Inc..

Stallman, R., 2002. *Free as in Freedom*. New York: O'Reilly Media.

Stallman, R., 2014. *Fighting Software Patents - Singly and Together*. [Online] Available at: <https://www.gnu.org/philosophy/fighting-software-patents.en.html> [Accessed 04 01 2015].

Stallman, R. M., 1996. *What is free software?*. [Online] Available at: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html> [Accessed 23 06 2014].

Stallman, R. M., 1998. *The GNU Project*. [Online] Available at: <http://www.gnu.org/gnu/thegnuproject.en.html> [Accessed 23 06 2014].

Staples, M. et al., 2007. An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI. *Journal of systems and Software*, 80(6), pp. 883-895.

Steinmuellere, E., 1996. The U.S. Software Industry: An Analysis and Interpretative History. In: D. Mowery, ed. *The International Computer Software Industry*. USA: Oxford University Press.

Stiglitz, J. & Hoff, K., 2001. Modern Economic Theory and Development. In: . G. Meier & J. Stiglitz, eds. *Frontiers of Development Economics The Future in Perspective*. Oxford: Banco Mundial y Oxford University Press.

Stober, T. & Hansmann, U., 2010. *Agile Software Development. Best Practices for Large Software Development Projects*. New York: Springer.

Sutton, J., 1992. Implementing game-theoretic models in industrial economics : levels of attack . In: A. DelMonte, ed. *Recent Developments in the Theory of Industrial Organization*. . Basingstoke: Macmillan Press, pp. 19-33.

Sutton, J., 1998. *Technology and market structure : theory and history*. Cambridge: MIT Press.

Swann, 2009. *The Economics of innovation. An introduction*. USA: Edward Elgar.

Taylor, C. & Silberston, Z., 1973. *The Economic Impact of the Patent System*. Cambridge: Cambridge University Press.

The World Bank, 2012. *KEI, KAM*. [Online]
Available at: http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM_page5.asp
[Accessed 10 septiembre 2013].

Tian, D., 2014. Innovation Process of Open Source Software based on Knowledge Mapping. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 9(3).

Torres, A. & Jasso, J., 2009. Naturaleza y crecimiento de las empresas: dinámica innovadora en las mipyme en México. In: *Sistemas Regionales de Innovación: Un espacio para el desarrollo de las pymes. El caso de la Industria de maquinados industriales..* México: UAM/Textual, pp. 55-88.

Turner, T., 2012. *Software Libre y Abierto: comunidades y redes de producción digital de bienes comunes*. Tesis de Maestría en Estudios Políticos y Sociales ed. México: FCPyS, UNAM.

UAM, 2004. *Estudio para Determinar la Cantidad y Calidad de Recursos Humanos Necesarios pra el Desarrollo de la Industria de Software en México*. México: SE.

UNCTAD, 2003. *Free and open source software: Implications for ICT policy and development. E-Commerce and Development Report 2003. United Nations publications*. [Online]
Available at: http://unctad.org/en/Docs/ecdr2003ch4_en.pdf
[Accessed 08 01 2015].

UNCTAD, 2012. *Information Economy Report 2012. The Software Industry and Developing Countries*, New York: United Nations Geneva.

United Nations Statistics Division, 2014. *Classifications Registry. Detailed structure and explanatory notes, ISIC Rev. 3.1..* [Online]
Available at: <https://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=17&Lq=1>
[Accessed 1 Julio 2014].

United States Census Bureau, 2013. *North American Industry Classification System*. [Online]
[Accessed 2 Julio 2014].

Universia, 2005. *Universia*. [Online]
Available at: <http://www.universia.net>
[Accessed 07 11 2009].

UPSTCO, 1968. *Sorting System Patent*. [Online]
Available at: <http://ipwatchdog.com/patents/US3380029A.pdf>
[Accessed 15 10 2015].

Viso, E. & Peláez, C., 2007. *Introducción a las ciencias de la computación*. México: UNAM-Fac. de Ciencias.

Von Hippel, E. & Finkelstein, S., 1979. Analysis of innovation in automated clinical chemistry analyzers. *Science and Public Policy*, 6(1), pp. 24-37.

Von Hippel, E. & Von Krogh, G., 2003. Open Source Software and the “Private-Collective” Innovation Model. *Organization Science*, 14(2).

Von Hippel, E. & Von Krogh, G., 2006. Free revealing and the private-collective model for innovation incentives. *Research & Development Management Review*, 36(3).

Von Hippel, E., 2005. *Democratizing Innovation*. Cambridge: MIT Press.

Von Krogh, G., Spaeth, S. & Haefliger, S., 2005. *Knowledge reuse in Open Source Software: an exploratory study of 15 open source projects*, Hawaii: Proceedings of 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Track 7.

Von Krogh, G., Spaeth, S. & Lakhani, K., 2003. Community joining and specialization in Open Source Software Innovation: a case study. *Research Policy*, 32(7), pp. 1217-1241.

WEF, 2015. *Collaborative Innovation. Transforming Business, Driving Growth*. [Online]
Available at:
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Collaborative_Innovation_report_2015.pdf
[Accessed 08 2015].

WIPO, 2006. *Patents on Computer programs and business methods*. [Online]
Available at: http://www.wipo.int/patents/en/topics/computer_programs.html
[Accessed 04 01 2015].

WIPO, 2011. *Informe sobre la propiedad intelectual en el mundo*. [Online]
Available at:
http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/944/wipo_pub_944_2011.pdf
[Accessed 19 02 2015].

Wolf, G. & Miranda, A., 2011. *Construcción colaborativa del Conocimiento*. México: UNAM IIEc.

World Economic Forum, 2014. *The Global Competitiveness Report*. [Online]
Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf

[Accessed 29 05 2015].