

Desarrollo de clusters de software en México

Dra. Mónica Casalet¹
Mtro. Leonel González²
Mtro. Edgar Buenrostro³
Mtra. Gabriela Becerril⁴
Mtro. Rubén Oliver⁵

1. Introducción

La industria de software constituye un eje importante para mejorar las condiciones económicas de los países menos desarrollados, ya que ofrece ventajas sobre otros sectores, gracias a que es intensiva en conocimiento, requiere recursos humanos calificados, genera empleos bien remunerados, propicia la innovación tecnológica, no contamina y las inversiones iniciales en infraestructura requieren poco capital financiero. Las posibilidades mencionadas son respaldadas con las experiencias exitosas de países como la India, Israel e Irlanda que han logrado insertarse en la economía mundial, desarrollando distintas áreas de oportunidad en esta industria. Por su parte México cuenta con algunas condiciones favorables para convertirse en un competidor mundial en este ramo, tales como: ubicación geográfica, perfil demográfico y estado de desarrollo tecnológico.

El objetivo de la ponencia es analizar las condiciones que propician el desarrollo de los clusters en el sector del software, así como el potencial para la creación de empleos intensivos en conocimiento, tomando en cuenta el establecimiento de una compleja red de relaciones formales e informales entre el campo académico, el sector público y los sectores productivos. A través del estudio de cuatro regiones: Aguascalientes, DF, Jalisco y Nuevo León.

El análisis de las regiones se realizó a partir de seis ejes articuladores: a) las características de los clusters en términos de composición de empresas, b) la inversión extranjera, c) instituciones locales y regionales, formación y capacitación, d) mercado de trabajo, e) los mecanismos existentes para la adquisición, el incremento de

¹ Profesora Investigadora, Coordinadora del Proyecto, FLACSO-México

² Profesor-Investigador, FLACSO-México.

³ Estudiante de Doctorado, UAM-X.

⁴ Profesora-Investigadora, FLACSO-México.

⁵ Estudiante de Doctorado, FLACSO-México.

habilidades y competencias laborales y f) las políticas de apoyo y su capacidad para generar un entorno normativo e institucional favorable.

La presente ponencia es un resumen estilizado de la investigación “El Impacto de las políticas e instituciones locales y sectoriales en el desarrollo de “clusters” en México: el caso del sector de software” realizada por FLACSO México con el apoyo de la OIT en su representación para México y Cuba.

2. La relevancia del sector de software en México

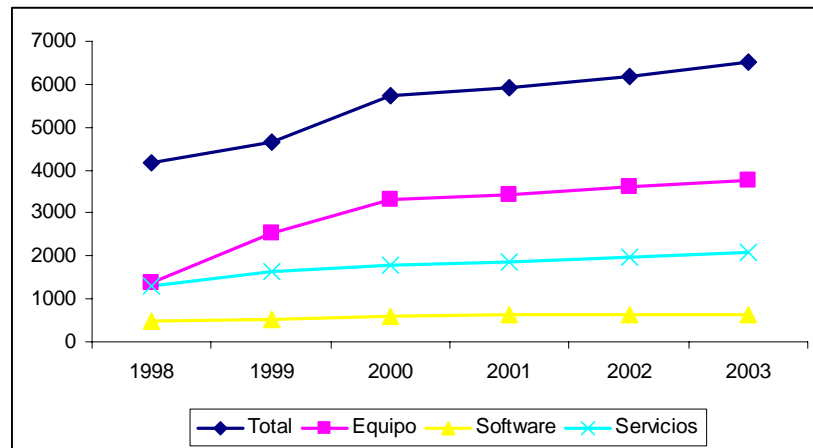
Dentro de la economía nacional, el sector informático⁶ ha pasado de representar el 1.9 por ciento del PIB total en 1994 al 4.5 por ciento en el 2004, lo que representa un aumento del 30%. El Censo Económico 2004 divide al sector de software en cuatro clases de actividad productiva⁷, tratando de abarcar con esta definición un conjunto más amplio de actividades que sólo la producción de software.

En el año 2003 la información censal registró para las cuatro clases de actividad señaladas, un total de 7 mil 912 unidades económicas que en forma agregada generaron 66,015 plazas laborales. De ellas alrededor del 77% están dedicadas al comercio al por menor de computadoras y accesorios, mientras que aproximadamente sólo el 22 % de los establecimientos están orientados a las actividades de edición de software y servicios de consultoría. En la figura 1, se refleja el crecimiento constante del mercado mexicano de TIC, aunque al desglosar por sectores, el mercado de equipamiento es el de mayor crecimiento en comparación con los mercados de software y servicios. En forma comparada con los mercados europeos la relación es inversa, dado que por cada Euro gastado en equipamiento, se invierten 2.6 euros en aplicaciones y servicios (Steinmueller, 2004).

⁶ Para esta revisión se tomó la clasificación del Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM).

⁷ Clase 334610 Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos, Clase 466211 Comercio al por menor de computadoras y sus accesorios, Clase 511210 Edición de software, excepto a través de Internet y Clase 541510 Servicios de consultoría en computación

Figura 1
Mercado mexicano de las tecnologías de la información y comunicación
1998-2003 en millones de dólares.



Fuente: Elaboración propia con datos de las Estadísticas sobre tecnología de la información y comunicación 2003, INEGI, México.

Esta situación marca un desequilibrio entre el mercado de aplicaciones y servicios con respecto al mercado de equipos de telecomunicaciones e informática. En la explicación de esta situación se esgrimen como causas la baja capacidad de las empresas mexicanas a demandar servicios relacionados con el desarrollo del software, así como la falta de una cultura empresarial en servicios de alto valor agregado.

3. Apoyos e instrumentos en los programas federales para propiciar entornos favorables al sector de software.

La industria nacional del software busca concentrar los esfuerzos públicos y privados hacia la construcción de condiciones para la formación de una masa crítica de empresas. Con esta decisión se pretende establecer una clara definición de las políticas públicas, así como el fomento de un comportamiento empresarial que se constituya en pieza clave para dinamizar la competencia. Se espera que los apoyos e instrumentos públicos apoyen el desarrollo de un empresariado emprendedor a través de la consolidación de un contexto institucional y social que facilite su desempeño. Por el contrario, la burocratización, la descoordinación de programas e instrumentos generan un ambiente poco propicio a la creación de nuevas empresas, capaces de introducir productos creativos e innovadores. Por otro lado, las debilidades regionales en la

formación de redes de innovación también puede obstaculizar la construcción de un ambiente favorable.

En materia de fomento a la construcción de entornos favorables, el sector de las tecnologías de la información y comunicación es un buen ejemplo, por ser un sector dinámico sostenido con el surgimiento empresas basadas en innovaciones. La literatura especializada señala que en los países centrales el desarrollo del sector ha sido acompañado con la formación de una compleja red de relaciones formales e informales entre el campo académico, el estado y los sectores productivos. Estas mismas redes pueden estimular la consolidación del sector en México, porque implica que dentro de la estrategia nacional se consideren no sólo aspectos generales, como el fomento a la investigación y desarrollo (I+D), sino también el diseño de instrumentos de colaboración para realizar inversiones conjuntas entre sector público/privado, y la formación de recursos humanos altamente calificados.

Las investigaciones realizadas hasta el momento para conocer las condiciones en que se encuentran las empresas de software, reconocen la existencia de múltiples problemas que inciden en el desarrollo, entre los cuales están:- baja promoción de las exportaciones y atracción de inversiones, - recursos humanos insuficientes y de baja capacitación, - un marco regulatorio inadecuado, - mercado interno limitado, -industria local con atraso tecnológico, -escasos centros de I+D, oferta limitada de parques tecnológicos, redes de telecomunicaciones costosas, escaso interés de las empresas por salir a los mercados internacionales (Prosoft, 2002).

La política federal de apoyo al sector del software se deriva del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 donde el gobierno mexicano se planteó el objetivo de elevar y ampliar la competitividad del país a través de la promoción, uso y aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), además de aprovechar los beneficios económicos del enorme crecimiento de la industria del software a nivel mundial. Para el 2002 instauró como política sectorial el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) que tiene como finalidad consolidar competitivamente la industria del software en el país y posicionarla a nivel mundial entre las de mayor desarrollo⁸. Para lograr estos objetivos, el programa define siete estrategias para consolidar la industria en el país, y la generación de condiciones para la

⁸ www.software.net.mx/desarrolladores/prosoft/

formación de una masa crítica de empresas, con capacidad suficiente para cubrir los requerimientos del mercado nacional e internacional⁹:

- i) Promoción de exportaciones y atracción de inversiones.
- ii) Educación y formación de personal competente en el desarrollo de software, en cantidad y calidad convenientes.
- iii) Contar con un marco legal promotor de la industria.
- iv) Desarrollar el mercado interno para esta industria.
- v) Fortalecer la industria local.
- vi) Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos.
- vii) Promover acciones conjuntas con los gobiernos estatales y construir infraestructura adecuada, mediante el estímulo de los agrupamientos empresariales del sector.

Adicionalmente al PROSOFT, existe un conjunto de programas sectoriales que otorgan apoyos para el fortalecimiento del sector. Entre ellos se encuentran: el Programa Integral de Apoyo a las Pequeñas y Medianas Empresas (PIAPYME) auspiciado por el Centro Empresarial México-Unión Europea (CAMUE). Este Programa consiste en un paquete de Servicios para grupos de empresas bajo una estrategia sectorial, a fin de inducir y orientar el interés de las empresas de cada sector. Esta iniciativa aún embrionaria tiene un alcance territorial limitado al DF y Jalisco. El Banco de Comercio Exterior (Bancomext) cuenta también con un programa de apoyo denominado *Proyectos de Exportación de servicios de TI a Latinoamérica y Norteamérica*, Orientado a la promoción comercial de las empresas desarrolladoras. Finalmente, el Programa Nacional de Fortalecimiento a la Capacidad de Generar Embedded Software creado por la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia A.C. (FUMEC). La propuesta consiste en la articulación de una red de organizaciones, empresas y servicios que faciliten el desarrollo de embedded software a través de la inclusión de un grupo de empresas proveedoras que, teniendo una base tecnológica y empresarial de alto potencial, requieren apoyo para acelerar su crecimiento, presencia y competitividad nacional e internacional, para atraer y fortalecer grupos de desarrollo en los grandes usuarios.

⁹ Programa para el Desarrollo de la Industria del Software 3.1 (2004).

4. Condiciones para la innovación en los diferentes clusters en México

i) El cluster del software de Aguascalientes

La industria del software tuvo su origen en la estrategia de gestión y producción de las empresas transnacionales como Texas Instrument, Xerox y Nissan. Estas emplearon a ingenieros en sistemas locales para realizar las adaptaciones del software, para que este cumpliera con las necesidades de las plantas ubicadas en el estado. Este proceso derivó en la adquisición por parte de los ingenieros de nuevos conocimientos en programación (Buenrostro, 2006). La capacitación adquirida en las empresas transnacionales facilitó posteriormente que algunos de ellos, crear sus propias empresas de sistemas computacionales. Esta dinámica aunada al interés del gobierno del Estado en ampliar el desarrollo regional productivo dio impulso a la creación del cluster de software.

Para apoyar al sector de las TIC, el gobierno del estado ha buscado impulsar una estrategia integral basada en dos ejes. I) El estímulo para desarrollar un parque industrial dedicado exclusivamente a albergar empresas dedicadas a la producción de software: "Tecnopolo Pocitos". El parque se encuentra ubicado en un espacio de 18 hectáreas al oeste de la ciudad, facilitó la instalación de empresas de software como IES, con el fin de fomentar el desarrollo de un cluster tecnológico. ii) La instalación en el "Tecnopolo Pocitos" del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Aguascalientes (CONCyTEA) y del Centro de Desarrollo de la Industria de la Información (CEDITI). Los cuales son organismos que se encargan de dar apoyo a las firmas dedicadas a las tecnologías de la información, particularmente el CEDITI debido a su orientación exclusiva a apoyar a las empresas de TIC (www.cediti.org.mx).

Estas dos acciones dieron como resultado la creación en 2004 de un cluster de tecnologías de la información denominado "INNOVATIA", integrado por 28 empresas de software (no importa que estas no se encuentren en el Tecnopolo Pocitos, siempre y cuando se encuentren instaladas en el estado), las IES, las instituciones de apoyo al sector y el gobierno del estado a través de la Secretaría de Desarrollo Económico.

Las empresas que forman parte del cluster de TI son en su mayoría micro y pequeñas empresas, en las cuales el número de empleados oscila entre 3 y 15, con un tiempo de vida menor a cinco años. La presencia de dos grandes empresas de origen mexicano con actividades a nivel internacional que cuentan con más de cien empleados

en el estado (Softtek e Hildebrando) son determinantes en el Estado y el cluster. El sector a nivel local se encuentra muy polarizado, dada la inexistencia en la economía estatal de empresas de software de tamaño medio (entre 51 y 100 empleados)¹⁰.

La presencia de empresas extranjeras en el sector es relativamente pequeña en la entidad, la mayoría de ellas se componen de capital nacional, y en los casos en que existe una participación de capital extranjero, este se incorpora como asociado y no como propietario único y en cualquier caso, las decisiones sobre la administración de la empresa son tomadas por los gerentes locales.

La mayoría de las micro y pequeñas empresas recurre a la contratación de estudiantes provenientes del sistema de universidades tecnológicas las cuales imparten cursos de dos años de duración y cuyos egresados son técnicos superiores universitarios. Para algunos puestos que requieren de habilidades específicas, las empresas exigen que los trabajadores sean graduados de una carrera que implique cuatro o cinco años de estudio, es decir, solo egresados de las universidades del sistema tradicional. En general, en las empresas coexisten egresados provenientes de múltiples instituciones tanto públicas como privadas, y tecnológicas, el factor fundamental es que deben de contar con las capacidades y habilidades que requieren las empresas, como son manejo de uno o más lenguajes de programación, dominio del idioma inglés y la capacidad de trabajar en equipo.

Las condiciones del empleo de los trabajadores del cluster de TI de Aguascalientes están sujetas al ambiente laboral que existen en todo el estado, ya que las empresas de software recurren fundamentalmente al mercado local para la contratación de personal. En general, las percepciones monetarias en el sector del software en Aguascalientes se encuentran por debajo de los ingresos en otras entidades del país donde se cuenta con clusters de empresas de tecnologías de la información, como son: Jalisco, Nuevo León o el DF.

¹⁰ La rama del software se encuentra catalogada dentro del sector servicios. De acuerdo a dicha clasificación, se consideran grandes empresas a aquellas que cuentan con 101 trabajadores y más.

Estratificación por número de trabajadores

Sector/Tamaño	Industria	Comercio	Servicios
Micro	0 - 10	0 - 10	0 - 10
Pequeña	11 - 50	11 - 30	11 - 50
Mediana	51 - 250	31 - 100	51 - 100

Fuente: Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, 30 de diciembre de 2002

Debido al bajo nivel de salario de los trabajadores en el sector y a la falta de prestaciones laborales en algunas empresas, la entidad sufre un proceso de migración de personal altamente capacitado hacia otras ciudades con mejores condiciones laborales, como: Guadalajara, la Ciudad de México, Querétaro. Tal movilidad laboral disminuye la disponibilidad de empleados competentes y fundamentalmente impide la acumulación de aprendizaje para la empresa y el conjunto de trabajadores. Las empresas tienen problemas para contratar personas que cuenten con las habilidades y la experiencia requerida, por lo que se hace necesaria la búsqueda de trabajadores en otras entidades.

Para generar nuevos niveles de competitividad, uno de los elementos fundamentales es la formación de recursos humanos que cuenten con las capacidades para hacer uso de las nuevas tecnologías que continuamente surgen en el campo del software, así como el desarrollo de herramientas y software propio. En este sentido, las empresas se han acercado a las instituciones que cumplen la función de “institución puente” (Casalet, 2003) como son el Concytea y el CEDITI, con el fin de solicitar apoyo en el desarrollo de capacidades y generación de innovaciones. Estos organismos conjuntamente con las IES son un apoyo fundamental para la capacitación y formación de habilidades en los trabajadores del sector en el estado.

El desafío que enfrentan las instituciones es promover el contacto directo entre las empresas, las universidades, las instituciones descentralizadas (CEDITI y CONCyTEA) y las autoridades gubernamentales estatales (www.aguascalientes.gob.mx/sedec), para generar un clima de certidumbre que permita disminuir los riesgos a los que se enfrentan las empresas en el desarrollo de nuevos productos.

ii) El cluster del software del Distrito Federal.

En el Distrito Federal, las empresas desarrolladoras de software se encuentran agrupadas en varias asociaciones. Pero, sólo la Asociación Mexicana Empresarial de Software Libre A. C. (AMESOL) es el organismo no gubernamental sin fines de lucro que agrupa a aquellas empresas que desarrollan software libre, otorgan asesoría y adaptan software de código abierto (Open source). El grupo de 38¹¹ empresas que forman esta asociación, también constituyen un cluster de software en el Distrito Federal con reconocimiento ante la Secretaría de Economía.

La AMESOL surge en marzo del 2003, con el objetivo de apoyar el desarrollo de las competencias de gestión de las empresas que la conforman así como potenciar las

¹¹ Dato al 19 de septiembre de 2007.

actividades de fomento del uso de software libre en el sector productivo. AMESOL promueve además el desarrollo comercial de aplicaciones de código abierto, la capacitación continua y la profesionalización de las actividades comerciales de los miembros de la asociación.

La AMESOL se ha consolidado como un organismo intermedio que facilita la gestión de los Fondos y la construcción de una integradora de negocios (Open intelligence) para complementar las competencias de los asociados. La intermediación constituye una de las principales funciones de las nuevas formas organizativas de fomento productivo. Tales funciones surgen como una opción real para familiarizar a las empresas en la aplicación de normas y estándares internacionales de producción, afianzar nuevos mecanismos de cooperación interempresarial (entre Pymes y con empresas más grandes) y generar redes de intercambio tecnológico, informativo, de asesoría técnica (vía Internet y personal) entre centros de investigación y las empresas (Casalet y González, 2006). Entre las principales ventajas que ofrecen se encuentra la consolidación de las redes empresariales y el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas y de los actores sociales. AMESOL como organismo intermedio también promueve los fondos de PROSOFT entre sus miembros para el desarrollo de proyectos susceptibles de financiamiento. A la fecha sólo ha podido concretar dos proyectos por un monto total de \$430,304 pesos. Sin embargo, después de resolver algunas cuestiones legales la AMESOL espera la aprobación de otros tres proyectos productivos en el 2007.

A pesar de que el DF cuenta con el mayor número de empresas dedicadas al desarrollo de software, no cuenta con una política específica de apoyo al desarrollo de software, solo se han realizado algunos esfuerzos aislados como el programa DesoFtware creado en el 2006 donde ha través de apoyos provenientes del gobierno local (GDF), de organismos como la AMITI, de algunas instituciones de educación superior y del gobierno federal por medio de la Secretaria de Economía y de NAFIN se define inicialmente crear un espacio con infraestructura especializada (parque industrial) que albergue a empresas de software, cuya proximidad geográfica facilite la concentración y el crecimiento generando con esto las bases para un cluster tecnológico en la Ciudad de México

En cuanto a IES, el DF Federal cuenta con el mayor número de instituciones de educación superior a nivel nacional, de las 2,421 instituciones de educación superior públicas y privadas existentes en el país (Subsecretaría de Educación Superior), más del 14% de ellas cuentan con al menos una sede en el D. F. lo cual le otorga una gran

disponibilidad de recursos humanos con capacidades para laborar en las empresas del sector.

La AMESOL ha constatado diversas carencias entre las empresas asociadas, la más preocupante es la necesidad de incrementar la masa crítica en un nivel suficiente para impulsar el desarrollo del cluster. De ahí la importancia de mejorar las capacidades empresariales, la profesionalización en las áreas de gestión administrativa y comercial, pilares de cualquier estrategia de expansión hacia mercados externos. La necesidad de estimular la formación profesional de recursos humanos altamente calificados es determinante para sostener la generación de conocimiento, investigación y desarrollo de aplicaciones de clase mundial. En el cluster se desarrollan experiencias positivas que conforman una plataforma de aprendizajes para el desarrollo de la industria del software en México.

Para el cluster de AMESOL, las empresas de gran tamaño incluyendo a las transnacionales representan el nicho natural de clientes para la prestación de servicios de código abierto. De acuerdo con los representantes de AMESOL las grandes empresas y los corporativos constituyen el cliente natural del software libre, por cuestiones de seguridad, de eficiencia y productividad. La importancia de atender a este sector de empresas, se deriva de la exigencias de las demandas que son un desafío para el conocimiento (Steinmuller, 2004). En AMESOL existen algunos casos de socios que reconocen su estancia previa en empresas o instituciones grandes como un pilar en su formación y como punto de arranque para constituir nuevas empresas.

En forma prospectiva, para las empresas de software libre hay un potencial de crecimiento y consolidación a través del desarrollo de sistemas de proveeduría para las grandes empresas o los líderes de las cadenas productivas (SECOFI, 2001).

iii) El cluster del software de Jalisco

El cluster de software en Guadalajara tiene su antecedente en la existencia del sector de la electrónica en la región, impulsado por una política pública de fomento basada en exenciones y estímulos fiscales, así como inversión pública en infraestructura. Durante este periodo fue importante la instalación de empresas de capital extranjero de la industria electrónica; al amparo del programa de maquiladora, empresas como Motorola, Kodak, Siemens, llegaron a la región para producir componentes y equipo de comunicaciones tanto para consumo nacional como para exportación, pero con gran dependencia de importaciones. El sector de software en Jalisco ahora representa

alrededor de 1.6% del PIB estatal, cifra significativa si se toma en consideración que en 2001 el sector era prácticamente inexistente

El instrumento central de política para el impulso del sector del software es el Programa Estatal de Software de Jalisco 2001-2007 (PROSOFTJAL), impulsado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL) y la Cámara Nacional de la Industria Electrónica y Tecnologías de la Información (CANIETI) de la región Occidente. En ese documento se delinea una estrategia que considera los siguientes puntos (COECYTJAL, 2006):

- a) Generación y reconversión de recursos humanos,
- b) Aseguramiento de la calidad en la producción de software mediante CMM o SPICE,
- c) Creación de un tecnopolo,
- d) Puesta en marcha del Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (IJALTI),
- e) Incorporación de infraestructura de vanguardia en telecomunicaciones,
- f) Atracción de fondos de capital de riesgo.

En la estrategia se ha considerado central la participación del gobierno del estado mediante el IJALTI (Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información), entidad a la que se le ha encomendado el desarrollo de capacidades y competencias tecnológicas, así como la coordinación con las organizaciones educativas y del sector empresarial.

En la creación del cluster del Software de Jalisco, el interés fue identificar como se han construido redes interinstitucionales que facilitaron la innovación y circulación de conocimientos en la región. Las estrategias desarrolladas por los grupos sociales (empresariales, investigadores, funcionarios del sector público y del sector privado) inciden en los cambiantes procesos políticos y productivos que orientaron la creación de nuevas competencias en la región.

Las relaciones de intercambio de información a nivel formal e informal como la presencia de verdaderos “traductores” que enlazan las demandas empresariales, con los apoyos y estímulos gubernamentales y la oferta de conocimiento proveniente de los centros tecnológicos y universidades dinamizan la construcción del sector de software, generando mejoras en la producción, el mercado de trabajo y conocimientos y en el desarrollo de nuevas competencias laborales y relacionales

La cooperación y confianza son palabras clave en el éxito del software de Jalisco. La cooperación se plasma en la configuración sistémica de relaciones entre empresas; confianza es el capital que funciona como lubricante de la maquinaria institucional. Pero la cooperación tiene otra cara: en Guadalajara se coopera para competir: a diferencia de otras regiones de software, que compiten sin cooperar, la cooperación en Jalisco es la base para la competencia con otras regiones productoras de software. La materialización de los mecanismos de cooperación entre Pymes se plasma, en la Empresa Integradora "Aportia" que ha desarrollado capacidad de gestión en la organización de proyectos y articular las relaciones para lograrlos. La clave de Aportia ha sido construir bases de cooperación en función de las capacidades de cada empresa con el fin de potenciar sus recursos.

El crecimiento del sector software en Guadalajara implica una creciente demanda de recursos humanos. La apertura de empresas locales, así como la atracción de inversión extranjera ha significado un flujo de contrataciones que, se expresa en las demandas de empresas como *Tata Consultancy Services* y *Perot Systems* que solicitaron un stock mensual de 50 personas para trabajar. En el diagnóstico del sector (www.canieti.org, 2007) se plantea que la cantidad de egresados especialistas en tecnologías de la información es suficiente para cubrir la demanda; aunque no la cubre plenamente la región, ésta es un polo de atracción de recursos humanos de otras regiones del país.

En materia de formación se han estructurado tres programas de educación y formación profesional: i) el Programa Avanzado de Formación de Recursos Humanos en Tecnologías de Información (PAFTI); ii) el Programa de Formación en Diseño de Semiconductores (PADTS) y; iii) los programas ofrecidos por el Centro Universitario de Arte y Animación Multimedia (CUAAM). Estos programas se orientan a formar recursos humanos de alta calidad.

En materia de calidad del trabajo, las empresas del cluster contratan recursos humanos por salarios que varían entre los 18 y los 25 mil pesos mensuales, en función de las responsabilidades del empleado. El trabajo se contrata con prestaciones tales como seguro médico de cobertura amplia, bonos de productividad, participación accionaria en la empresa y fondo de retiro. El monto de los sueldos y el tipo de prestaciones se explica en función de la dinámica propia del cluster: con la atracción de inversiones y la apertura de empresas nuevas se ha observado un crecimiento de los salarios, a la par de una creciente movilidad laboral.

iv) El cluster de software de Nuevo León

El surgimiento la industria en Nuevo León se explica por tres condiciones del mercado: •la diversidad y dinámica que presentan los negocios, especialmente en los sectores financiero, manufacturero y de servicios en esa entidad federativa. •La cercanía con Estados Unidos y la posibilidad de interactuar con las principales empresas de desarrollo de software como Microsoft; y •por la presencia de recursos humanos calificados aunque limitados.

El principal apoyo estatal a la industria del software en Nuevo León parte del programa “Monterrey, Ciudad Internacional del Conocimiento” como uno de los proyectos estratégicos para la transformación de Nuevo León indicado en el Plan Estatal de Desarrollo 2004-2009 (PED)¹². El programa incluye los esfuerzos conjuntos entre los distintos sectores de la comunidad para reconvertir a una ciudad típicamente manufacturera, como es todavía Monterrey, a una con una estructura de producción intensiva en conocimiento y de alto valor agregado, con el objeto final de promover el desarrollo económico y social de la propia comunidad.

La interacción con el gobierno del Estado, el CONACyT, la UANL, el ITESM y la UDEM definieron la necesidad de la construcción y desarrollo del primer parque del conocimiento denominado Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT). El objetivo del PIIT es concentrar y fomentar un esfuerzo de innovación y facilitar la transferencia tecnológica al sector productivo. Las cinco áreas de conocimiento que se buscan desarrollar en el parque son: biotecnología, nanotecnología, mecatrónica, TIC y salud.

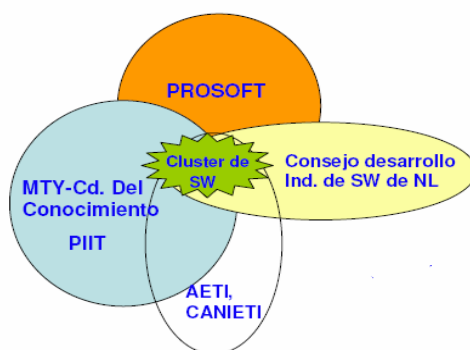
En marzo del año 2005 iniciaron las actividades dos organismos fundamentales para complementar las tareas del PIIT como son el Consejo Ciudadano del Programa Monterrey Ciudad Internacional del Conocimiento cuya finalidad es involucrar una mayor participación de la sociedad civil en el desarrollo de esta propuesta, ya que es fundamental asegurar el tejido social que apoyo y extienda el desarrollo y las mejoras en la innovación no sólo tecnológica, sino también social.

El Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología de Nuevo León (I2T2) es la entidad que tiene por objeto fomentar la transferencia de tecnología orientada hacia las necesidades del mercado para impulsar y generar nuevos productos, procesos y servicios mediante la vinculación de los sectores académico y productivo. En la figura 2

¹² Disponible en la dirección electrónica: http://www.nl.gob.mx/pics/pages/plan_desarrollo.base.

se muestra como se vinculan los distintos organismos para crear el cluster de software en Nuevo León.

Figura 2
Organismos que impulsan la creación y consolidación
del cluster de la industria del software en Nuevo León



Fuente: Diagrama de la presentación de Monterrey IT Cluster entrevista realizada al Dr. Manuel Coronado

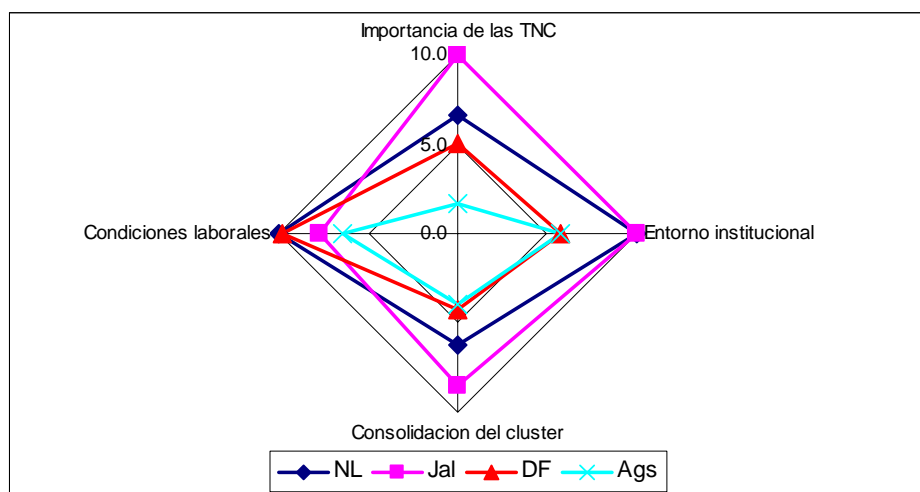
Del total de IES de la entidad alrededor de la mitad -20 IES- ofertan planes de estudio ligadas con sistemas computacionales o informática. Cada año, en promedio, egresan entre 1500 y 2000 estudiantes (<http://www.nl.gob.mx>). Sin embargo, se reconoce por los principales agentes de la entidad que existe una escasez de recursos humanos. Esto se debe a, por un lado, el desacelerado crecimiento de la matrícula y de los egresados en las universidades públicas y privadas; y por otro lado, a que está en aumento la Un aspecto característico de la industria es su alto nivel de subcontratación del personal. Las condiciones tan flexibles de contratación -por proyecto o por tiempo limitado- que están presentes en la industria afectan a la acumulación del conocimiento, sobre todo del tácito. Los trabajadores cambian de empresa a empresa por una oferta ínfima mayor de salario. Algunas empresas se han dado cuenta de que ello las afecta en el largo plazo y prefieren pagar un salario menor pero otorgar condiciones laborales más estables como un contrato fijo que incluya el pago de las principales prestaciones laborales.

La capacitación es muy frecuente en estas empresas. La constante formación de al menos sus mejores cuadros les permite ampliar sus propias capacidades. Las empresas eligen los cursos en el extranjero y aquellos cursos virtuales de empresas con prestigio.

Análisis comparativo de los cuatro clusters

Para realizar un análisis sobre las condiciones presentes en cada una de las cuatro regiones analizadas y la forma en cómo éstas influyen en la formación de capacidades al interior de los mismos, se realizó una agrupación de las distintas variables analizadas en cada una de ellas, de manera que se pueda realizar una representación uniforme de las condiciones generales en cada cluster. Se determinó que la forma más adecuada de concentrar las variables observadas fuera en 4 conjuntos: a) el papel de las empresas transnacionales en el desarrollo del cluster, manifiesto en la formación de proveedores, como formadores de recursos humanos y clientes, b) El entorno institucional local de apoyo al sector del software, c) Las condiciones laborales donde se incluyen variables como el nivel de salario y los empleos mejorados en el sector, d) La consolidación del cluster que incluye los vínculos y las redes al interior de cada uno de ellos. En la figura 3 se presenta la condición en que se encuentra cada cluster en relación a los cuatro grupos mencionados anteriormente. En ella se observa el grado de desarrollo de cada región en los distintos conjuntos de variables.

Figura 3
Condiciones generales de las regiones analizadas



Fuente: Elaboración propia

La importancia de las empresas transnacionales en la formación de capacidades se puede dividir en dos. Primero, a través de la inversión directa en las regiones, la cual es susceptible de generar derramas (spillovers) por medio de la capacitación de recursos humanos, o la formación de proveedores, entre otros. En segundo lugar, las empresas de

los clusters de software, por las características propias del sector, tienen el reto de aumentar constantemente sus capacidades tecnológicas, de las cuales, México como la mayoría de los países en desarrollo, presenta una baja capacidad de generación interna; de tal forma que se hace necesario recurrir a la adquisición externa de conocimiento a través de la compra de tecnología y licencias a empresas TNC que permitan superar las limitaciones locales.

Actualmente, la relevancia de las TNC en cada una de las regiones presenta relación con la forma en cómo incidieron éstas en la creación de los clusters. Las TNC que dieron origen al cluster de Guadalajara tienen un papel relevante en el sector, a través de los vínculos que forman con otras firmas por medio de organizaciones empresariales, con las dependencias de gobierno local y los centros de educación e investigación generando un entramado interinstitucional cuya orientación es apoyar el desarrollo de la actividad productiva del software.

En los cuatro clusters se resalta el surgimiento de instituciones más flexibles que responden a las condiciones locales respecto a las necesidades de producción. Por medio de acciones de intermediación, concertando apoyos públicos-privados y nacionales-locales para fortalecer la adquisición de tecnología y la formación de capacidades para el desarrollo del software.

A partir del análisis realizado en los clusters es posible determinar la existencia de dos niveles de consolidación institucional. Por un lado en las regiones de Nuevo León y Guadalajara existe una fuerte presencia de actores públicos y privados que estimulan la vinculación entre actores y gestionan apoyos para el sector. Por otro lado el DF y Aguascalientes muestran un limitado desarrollo del entorno institucional es el reflejo de la falta de seguimiento en la política local de apoyo al sector.

Las capacidades de una empresa se encuentran en los trabajadores que forman parte de ella, de tal manera que la vía para elevar la competitividad en el sector depende de las habilidades y conocimientos con que cuentan el personal de la firma. Las mayores habilidades y conocimientos de los trabajadores se ven reflejados en general en el mercado de trabajo por medio de mayores salarios y mejores condiciones laborales, como trabajos más estables y el acceso a prestaciones como el acceso a la seguridad social, derecho a vacaciones, entre otros. Para las regiones analizadas se observa que un mejor entorno institucional que facilite la vinculación entre los actores antes mencionados no es suficiente para mejorar las condiciones laborales. En Nuevo León, que cuenta con un entramado institucional relativamente sólido, se observa que las

condiciones laborales de los trabajadores del software son de las mejores en el país. El caso sugestivo es el DF donde, a pesar de la ausencia de las instituciones de apoyo y de la falta de seguimiento de la política local, las condiciones de los empleados se igualan a las de Nuevo León. Esto se explica porque las condiciones presentes en el entorno externo al cluster permean hacia las empresas que forman parte de él. A nivel nacional, el Distrito Federal se encuentra entre las entidades donde se otorgan los mayores salarios promedio y se cuentan con un alto índice de trabajo formal.

La región de Guadalajara presenta el fenómeno contrario al DF, donde aun con el sobresaliente grado de vinculación entre los actores públicos y privados y el apoyo decidido por parte del gobierno local, las condiciones laborales no se corresponden con las condiciones de auge del cluster. Esto se debe principalmente a la informalidad del trabajo por la subcontratación laboral, con lo que las firmas no están obligadas a otorgar prestaciones laborales. En Aguascalientes, en línea con el escaso entramado interinstitucional y la poca importancia de las TNC, las condiciones laborales son las más bajas entre las regiones analizadas, consecuencia del bajo nivel de salarios y la informalidad laboral fundamentalmente.

La consolidación de los clusters pasa por la existencia de una infraestructura suficiente y la disponibilidad de recursos humanos que, aunados a las redes de colaboración entre agentes públicos y privados, logre generar un entorno multidimensional geográficamente determinado y propicio para la competitividad.

De los cuatro clusters, es Jalisco el que cuenta con las mejores condiciones para convertirse en un polo de desarrollo regional debido a que ha logrado crear una red de vínculos regionales, nacionales e internacionales a través de las TNC que ha permitido elevar las capacidades locales favoreciendo el intercambio de conocimientos y habilidades por medio de las múltiples asociaciones entre actores públicos y privados, generando un proceso de gobernanza que promueve la innovación.

A pesar del poco tiempo en que se ha desarrollado el proyecto de “Monterrey Ciudad Internacional del Conocimiento” y específicamente el PIIT, Nuevo León ha logrado crear un entramado de relaciones que incluye actores del vecino estado de Texas generando un flujo de transferencia tecnológica que ha permitido a la industria del estado consolidarse como una de las más importantes en el país, insertándose en una política global de impulso a las actividades de alto valor agregado.

En el DF, el cluster de software libre enfrenta problemas de apoyo por parte de las autoridades locales lo que, aunado a la falta de instituciones regionales, no ha

permitido consolidar una red de intercambio de conocimientos y habilidades entre las empresas del software. A diferencia de otros estados, aquí se encuentra el mayor mercado nacional de software lo que le otorga una ventaja que le ha permitido aumentar su importancia como gestor de apoyos para el sector.

Finalmente, Aguascalientes es la muestra de un estado que ha intentado desarrollar un cluster, pero las limitadas condiciones del entorno local y la falta de capacidad de gestión y vinculación de los agentes centrales con actores internos y externos al cluster no ha permitido el despegue del sector del software en la región.

Competencias, capacitación y habilidades de los trabajadores del sector de software

El sector de software ha sido considerado como uno de los sectores insignia de la llamada economía del conocimiento, por su supuesta tendencia a la implementación de nuevos modelos organizacionales que valorizan al recurso humano a través de estrategias de organización del trabajo, políticas de remuneraciones como de la exigencia de nuevas competencias y esfuerzos de capacitación (Novick, 2003). Pero contrario a estos argumentos, el Cuadro 1, muestra como al interior del sector, la estructura organizacional se distribuye siguiendo un enfoque Taylorista de la producción donde las actividades se asignan de acuerdo a una clasificación de profesiones muy similar a sectores tradicionales.

Cuadro 1
Distribución de empleados por categoría técnica en porcentajes

	Gerentes	Líderes	Analistas	Ingenieros de SW	Mant. y soporte	Man power
Total	12	10	16	21	32	8
ZMDF	13	12	18	22	29	7
AMM	11	8	13	19	38	10
MPyMES	11	10	17	20	31	10
Grandes	11	8	15	20	28	18

Fuente: Prosoft 2004, "Estudio del nivel de madurez y capacidad de procesos de la industria de tecnologías de información en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León y el Distrito Federal y su área metropolitana".

El aspecto más relevante que esta reflejando el Cuadro 1 es que los modelos jerárquicos-funcionales de organización de las empresas siguen teniendo un peso relevante en el sector y no están dando paso a modelos más cooperativos como suponen los enfoques de gestión de recursos humanos (Novick, 2003). Lo que a su vez, tiene

consecuencias en cuanto al proceso de generación y socialización del conocimiento y a una limitada difusión de esquemas de calificación-formación separados del puesto de trabajo.

En el Cuadro 1, en el primer renglón puede leerse que en promedio el 32% del total de los empleados se dedican a actividades de mantenimiento y soporte, seguido de ingenieros en software con un 21% y analistas con un 16%. En términos de competencias como capacidades de los individuos y de acuerdo con la descripción del Cuadro 1, el personal dedicado a actividades de mantenimiento tiene menores capacidades respecto a otros tipos de empleados técnicos.

Este porcentaje de personal empleado en actividades de mantenimiento y soporte también puede ser explicado por la necesidad del sector productivo de establecer contratos asociados de mantenimiento para el software creado por terceros. En el caso de subcontratación de programadores (manpower), el porcentaje total es sólo 8% de los empleados, destacándose las grandes empresas con un 18% de su empleo, lo que significa que este tipo de empresas están subcontratando un mayor número de programadores por proyecto.

Un componente importante en el nivel de competencias del personal se refiere al tipo de lenguajes y plataformas de programación que se utilizan en la industria de software. Los resultados de la encuesta de Prosoft (2004) señalan que los lenguajes de programación más utilizados son Visual Basic, SQL Server, HTML, SQL, Java, XML y Java Script (Ver Cuadro 2). Estos lenguajes de programación declarados como los más utilizados por las empresas encuestadas se denominan orientados a objetos, que son el tipo de programación más moderna que demanda mayores niveles de formación y que puede ser considerada como una evolución de la programación imperativa plasmada en el diseño de una familia de lenguajes-conceptos que existían previamente. Por otra parte, la mayor difusión de estos lenguajes muestra la preferencia de las empresas por tecnologías accesibles y de menor costo en su mantenimiento y soporte

Cuadro 2
Distribución porcentual de los lenguajes de programación
y plataformas operativas más utilizados

Lenguaje	Visual Basic	SQL Server	HTML	Java	XML	Java Script
ZMDF	67	56	65	60	53	54
AMM	70	70	68	45	51	40
Plataforma	Windows	Linux	Unix	Windows CE	Palm OS	Sistema Mini computer
ZMDF	81	46	49	33	26	11
AMM	83	45	40	40	23	26

Fuente: Prosoft 2004, "Estudio del nivel de madurez y capacidad de procesos de la industria de tecnologías de información en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León y el Distrito Federal y su área metropolitana"

El elemento relevante de la elección entre un lenguaje y otro para el desarrollo de habilidades no depende propiamente del tipo de lenguaje, sino de la dinámica de colaboración para el desarrollo de una aplicación, entendida como mecanismo de formación y desarrollo de habilidades (Senabre, 2005; Steinmueller, 2004; Rullani, 2005).

Si bien las competencias técnicas son esenciales, no son suficientes para trabajar en un sector como el de software (Martha Novick, 2003). En el sentido de que la tecnología se aplica en un negocio relacionada a una necesidad específica. La necesidad de estimular la formación profesional de recursos humanos altamente calificados es determinante para sostener la generación de conocimiento, investigación y desarrollo de aplicaciones de clase mundial.

Conclusiones

A continuación se enlistan algunas conclusiones derivadas de esta investigación:

1. Los instrumentos de política federal y estatal parecen estar teniendo efectos positivos en la ampliación de capacidades tecnológicas y de negocios de las empresas, sobre todo en la capacitación de recursos humanos. Sin embargo, el diseño de estos instrumentos favorece principalmente a las medianas y grandes empresas. Las empresas medianas muestran un alto nivel de conocimiento de los instrumentos de política que se ofrecen para la ampliación de sus capacidades, y se les facilita acceder a ellos en la medida que muchos de los instrumentos están dirigidos a fortalecer capacidades en vez de crear

nuevas capacidades. Todavía faltan mecanismos con un buen diseño para garantizar la apropiación del conocimiento en la industria. Asimismo, la consolidación de un fondo de capital de riesgo que le permita a las empresas iniciar proyectos de innovación de producto y abandonen un poco el papel de adaptadores de la tecnología que se crea fuera.

2. En el nivel estatal, las cuatro regiones hacen esfuerzos para subsanar los problemas de coordinación e integración entre empresas grandes y pequeñas, un ejemplo son los espacios físicos de interacción en la modalidad de tecnoparques (PIIT, Pocitos, Azcapotzalco), pero la simple coexistencia física no asegura la integración productiva ni su escalamiento tecnológico. Para ello se necesita trabajar en múltiples dimensiones: - generar un clima de confianza y colaboración para compartir información con los competidores; definir una estrategia concertada sobre el rumbo del cluster y de las acciones de mediano y largo plazo; evitar la duplicidad de proyectos que posteriormente competirán por los mismos mercados; definir y concentrar de manera precisa las líneas estatales de apoyo al sector.

3. Existen también, diferencias en los niveles de articulación productiva de los clusters, así como en la densidad de las redes creadas dentro de los mismos. En los procesos de formación de cluster a veces, las redes de empresas son más de carácter nominal que funcional pues, no tienen efecto en el desarrollo de las capacidades y en la competitividad de las empresas. En otros casos, se constatan articulaciones pero son parciales o limitadas entre el tipo de actores o el tamaño de las empresas que colaboran.

4. El trabajo de campo en las diferentes regiones parece indicar el surgimiento de una estructura de intermediación y la necesidad de mejorar la naturaleza y estabilidad de los vínculos, especialmente en las relaciones entre centros tecnológicos y las empresas de los cluster, dado que estas relaciones son relevantes para el fortalecimiento de las Pymes. La consolidación de la estructura de intermediación requiere sensibilizar y formar a las autoridades de los centros de investigación, universidades tecnológicas, gerentes de empresas y responsables de organizaciones de fomento productivo para captar la necesidad de capacitar a los responsables en gestión de la I+D especialmente en transferencia de tecnología.

5. En términos de habilidades y competencias laborales, el problema principal del sector no es la falta de conocimientos técnicos, sino la falta de habilidades laborales generales como el desconocimiento del inglés o el trabajo en equipo. Es importante resaltar que

los empresarios del sector reconocen el tipo de conocimientos, habilidades y competencias mínimas que esperan de la fuerza laboral que contratan y distinguen cuales corresponden a la etapa de formación técnica o universitaria y cuales se deben desarrollar al interior de las empresas. Sin embargo, también existen otros segmentos de empresas con una visión donde la capacitación de los empleados es un proceso externo que compete al Estado, las IES y los propios individuos de manera que respaldan los procesos de capacitación siempre y cuando no tenga ningún costo en dinero o en tiempo para las empresas.

6. Las empresas de los clusters estudiados no presentan nichos de especialización y su participación de mercado es relativamente reducida. El potencial de crecimiento de los clusters es promisorio tomando en cuenta las siguientes dimensiones: un mercado interno dinámico y en constante transformación; la cercanía con el mercado estadounidense; la atracción de recursos humanos de los estados vecinos; así como la dinámica de redes que generan entre los diferentes agentes y los esfuerzos actuales por desarrollar los mecanismos legales que permita a estos clusters atender la demanda del sector público. Pero también existen factores que pueden inhibir este crecimiento como la posibilidad de que los esfuerzos de ampliación de capacidades no sean sostenibles en el tiempo, la entrada de grandes empresas de software transnacionales, la falta de definición de un programa de transferencia de tecnología y la debilidad para asumir la creación de empresas de base tecnológica (spin-offs) para contribuir a la modernización del tejido empresarial.

7. En los clusters analizados se constatan dos formas de participación de las EMN's y las grandes empresas. Por un lado, las transnacionales como Texas Instruments, Nissan o Xerox han jugado un papel relevante en la generación de empresas dado que en un principio financiaron la formación de recursos humanos en el área del software los que posteriormente crearon sus propias empresas. En otros casos como Jalisco, han sido sectores completos (industria electrónica) los que durante décadas han impulsado el desarrollo de la industria de software de la región. Además, las empresas e instituciones grandes, tanto transnacionales como nacionales representan para las firmas de software libre un cliente natural.

8. Los ingresos medios entre desarrolladores de software rondan entre los 18 y 25 mil pesos mensuales, además de que a los trabajadores se les han proporcionado prestaciones tales como seguro de gastos médicos mayores, bonos de productividad y participación accionaria en la empresa. En relación con la flexibilidad y la rotación las

empresas han tomado medidas. Una de ellas ha sido la de negociar los montos de ingreso a fin de evitar la “piratería” de trabajadores, pero se observa una circulación de personal altamente capacitado de la industria del software entre entidades del país, los principales motivos son los diferenciales salariales y las prestaciones.

9. El tamaño promedio de los clusters es de 40 empresas con una fuerza de trabajo de alrededor 900 personas. Aunque se conocen y mantienen relaciones formales e informales, aun queda pendiente el desarrollo de mecanismos que garanticen la consecución de resultados a partir de dicha comunicación. Los principales actores que participan en estos entramados relacionales son: las universidades, las instituciones de fomento, las asociaciones y los centros de investigación. Varios de los organismos que realizan actividades para el desarrollo de la industria del software gozan de legitimidad y se sostienen a partir de las cuotas de los agremiados para su subsistencia. Estas redes internas también se fortalecen con la vinculación hacia el exterior con universidades de Estados Unidos, y empresas transnacionales que se han posicionado en territorio nacional.

Bibliografía

- Buenrostro, E. (2006), Tesis de Maestría “El entorno institucional en la formación de capacidades para la innovación como fuente de competitividad: El caso del cluster del software en Aguascalientes”. Maestría en Desarrollo Regional, El Colef, Tijuana.
- Cámara de diputados (2002), Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre de 2002. México.
- Casalet, M. (2003), “La conformación de un sistema institucional territorial en dos regiones: Jalisco y Chihuahua vinculadas con la maquila de exportación” en Nuevas tecnologías de información y comunicación. Los límites en la economía del conocimiento, Miño y Dávila, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina, Abril.
- Casalet, Mónica y González, Leonel (2006), “El entorno institucional y la formalización de las redes en el sector electrónico de Chihuahua” en: Daniel Villavicencio (Coord.) La emergencia de dinámicas institucionales de apoyo a la industria maquiladora de México, Ed. Porrúa, México D. F.

- Coronado, Manuel (2007), Presentation Monterrey IT Cluster.
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2001). Plan Nacional de Desarrollo 2001 - 2006. Diario Oficial de la Federación 30 de mayo de 2001. México DF.
- Novick, Martha (2003), "La dinámica de oferta y demanda de competencias en un sector basado en el conocimiento en Argentina" en: Guillermo Labarca (Coord.) *reformas económicas y formación*, OIT/CINTERFOR, Buenos Aires, Argentina.
- Rullani, Francesco (2005), "The Debate and the Community. Reflexive Identity. In the FLOSS Community," LEM Papers Series 2005/18, Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy.
- Secretaría de Economía (2004), "Estudio del nivel de madurez y capacidad de procesos de la industria de tecnologías de información", Prosoft. México, D.F.
- Secretaría de Economía (2006), "Evaluación Programa para el Desarrollo de la Industria del Software en su Ejercicio Fiscal 2005", México.
- Senabre Hidalgo, Enric, (2005), "La colaboración en el desarrollo del software libre". Disponible en el ARCHIVO del Observatorio para la CiberSociedad en <http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=202>
- Steinmueller, W. (2004), "The European software sectoral system of innovation"; en: Malerba, Franco. *Sectoral Systems of Innovation*, Cambridge University Press, pp. 193-242.

Páginas Consultadas

www.aguascalientes.gob.mx/sedec/
<http://www.amesol.org.mx>
<http://www.bancomext.com/Bancomext/publicasecciones/secciones/9300/ElectricoElectronico.doc>
<http://www.cediti.org.mx>
<http://www.fumec.org.mx>
<http://www.inegi.gob.mx>
<http://www.nl.gob.mx>
<http://ses4.sep.gob.mx/>
<http://www.software.net.mx>