



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO
NACIONAL**

UNIDAD ZACATENCO

**DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA LA SOCIEDAD**

**“Vinculación academia-industria: Caso Clúster de Alta
Tecnología de Guadalajara”**

T E S I S

Que presenta

DEYANIRA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

Para obtener el grado de

DOCTORA EN CIENCIAS

**EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA LA SOCIEDAD**

**Directores de Tesis: Dr. Miguel Ángel Pérez Angón
Dr. José Luis Leyva Montiel**

Ciudad de México

AGOSTO, 2016

CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	7
AGRADECIMIENTOS	9
DEDICATORIA	11
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Antecedentes	17
1.1.2. Vinculación academia-industria.....	17
1.1.3. Clúster de alta tecnología en Guadalajara.....	19
1.2. Justificación	21
1.3. Pregunta de investigación	22
1.4. Objetivos	22
Objetivo general.....	22
Objetivos intermedios	23
1.5. Marco teórico-conceptual.....	23
1.6. Metodología y herramientas.....	27
CAPÍTULO 2. SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN Y ESCALAMIENTO INDUSTRIAL	29
2.1. Capacidades institucionales en ciencia y tecnología.....	30
2.2. Organismos intermediarios	31
2.3. Iniciativas para la construcción del Sistema Regional de Innovación	31
2.4. La industria del diseño electrónico y las tecnologías de la información.....	32
2.4.1. Hewlett Packard	34
2.4.2. Centro de diseño electrónico Continental: Desarrollo de capacidades y arraigo cultural de la innovación	36
CAPITULO 3. REDES DE INNOVACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA	39
3.1. Desarrollo tecnológico bajo demanda: Centro de Tecnología de Semiconductores, Cinvestav Guadalajara	41
3.1.1. El CTS como espacio de aprendizaje tecnológico	42
3.1.2. El CTS como nodo en redes transnacionales de innovación.....	44
3.1.3. Transferencia tecnológica en el CTS y el aprendizaje institucional.....	50
3.1.4. Transferencia tecnológica en el CTS y el aprendizaje organizacional.....	53

3.1.5. El CTS y el escalamiento industrial en Guadalajara	59
3.1.6. Conclusiones de la sección.....	62
3.2. Formación para el trabajo de alto valor agregado	64
3.2.1. Cambio tecnológico y reconversión del talento	66
3.2.2. El sistema regional de innovación en los programas de formación	67
3.2.2.1. Actores del sistema regional de innovación	70
3.2.2.2 Punto de Convergencia: Programas de Formación para el trabajo	71
3.2.2.3. Conclusiones de la sección.....	75
CAPITULO 4. CONCLUSIONES.....	77
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS	94
ANEXO A. LISTA DE ENTREVISTAS	96
ANEXO B. UNIVERSITY-INDUSTRY COLLABORATIONS: A SUCCESSFUL CASE IN THE ELECTRONICS AND SOFTWARE DESIGN AREA IN MEXICO	98
ANEXO C. “FORMACIÓN PARA EL TRABAJO EN EL CLÚSTER DE ALTA TECNOLOGÍA DE GUADALAJARA, MÉXICO (2002-2012)”	108
ANEXO D: “VINCULACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA: ACERCAMIENTO DESDE LA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA MEXICANA (1978- 2015)”	120

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es caracterizar los procesos de innovación en red en el marco del escalamiento industrial que ha tenido lugar en la aglomeración productiva de alta tecnología de Guadalajara. A partir de evidencia documental —informes, anuarios, reportes, artículos, tesis, etc.— y de campo —entrevistas—, se identificaron contextos y relaciones entre la academia local, el gobierno estatal y la iniciativa privada que han incidido en el escalamiento industrial, con especial énfasis en los modelos de vinculación de organismos públicos de educación e investigación como respuestas socialmente responsables. Se identificaron el uso exitoso, periódico e intensivo de dos canales de vinculación: la formación de recursos humanos para el mercado laboral y el desarrollo de tecnología bajo demanda —proyecto gestionado por el Cinvestav, organismo público de investigación, a través del Centro de Tecnología de Semiconductores—.

Este trabajo también incluye como un primer paso metodológico al estudio del fenómeno vinculación un seguimiento de las aproximaciones conceptuales y metodológicas desde las cuales se han abordado las investigaciones en torno al estudio de las relaciones universidad-industria. Se identificaron siete enfoques que enfatizan diferentes aspectos del fenómeno de vinculación, a saber, el tipo de relaciones entre los actores y sus atributos, la organización asociada al territorio y a la infraestructura, el desarrollo del capital intelectual, así como instrumentos estructurales y tecnológicos para la gestión de procesos de innovación. Asimismo, realizamos un análisis bibliométrico de la producción científica mexicana. Encontramos que los estudios sobre vinculación son presentados desde perspectivas de la gestión del conocimiento, referencias espaciales (clústeres, parques tecnológicos y regiones o ciudades de conocimiento) y visiones macro que se circunscriben en el diseño y análisis de políticas públicas que articulan ecosistemas de innovación. Consideramos que hay un hueco en los estudios en torno a la producción, uso, aplicación y explotación del conocimiento en contextos de innovación social y responsabilidad social.

Aunque este estudio se centra en el uso del conocimiento como motor de la competitividad de un sector tecnológico específico, es conveniente apuntar que en términos generales la vinculación, que aquí esbozamos es un aporte que sigue la ruta hacia la construcción de capacidades para crear y aplicar los conocimientos necesarios para el desarrollo humano. Este modelo es conocido como la sociedad del conocimiento, en donde el conocimiento es justamente el capital, el aprendizaje en red es el proceso más importante y la innovación —en términos comerciales y sociales— es el resultado que garantiza el desarrollo sostenido de empresas, regiones y naciones.

En este tenor, a manera de crítica e invitación, si se considera que la piedra angular de la economía del conocimiento es el capital humano y se define éste como el conocimiento, las habilidades y capacidades que posee, desarrolla y acumula cada persona, entonces las universidades y centros públicos de investigación, como fuentes promotoras de conocimiento, deberían hacer un esfuerzo mayor y plantearse complementariedades para volcarse en la socialización —divulgación científica, transferencia tecnológicas, creación de empresas, etc.— de su producción. Una opción que propone el presente trabajo es *escalar* en el uso de redes —de conocimiento e innovación— dentro y fuera del ámbito académico para generar mayores transformaciones sociales.

ABSTRACT

The aim of this study is to characterize the network dynamics associated to the innovation processes developed by the industrial upgrading observed in high-tech cluster of Guadalajara. We identified two academy-industry linkages that fostered the high technology sector by using technical reports, institutional communications, journal papers, and interviews with key actors of the firms. In particular, we documented the academic engagement, innovation activities and public policies that are necessary for a successful relation among the different actors of Guadalajara innovation system. We identified some characteristics of the academy-industry linkage: the organization and industrial infrastructure of local firms, the training process of specialized human resources, the specific relationships among different actors (firms, government agencies, educational sector), and social diligencies necessary to attain successful innovative processes.

A bibliometrics review was also performed on the scientific literature published in mainstream journals concerning the study of academy-industry linkages. We found that these studies were organized from the knowledge exertion, geographical references (clusters, technological parks, cities of knowledge) and the analysis of public policies associated to the ecosystem of innovation. However, we believe that there is a gap in these studies on the application of innovation processes that involve social responsibilities toward a sustainable industrial production.

Even though our study emphasize the use of knowledge as a tool that fosters competitiveness of the high-tech sector, on general grounds we describe an innovation process that gives priority to the human development. This model is known as the knowledge society, where knowledge is the asset, and the training network is the most important part of the innovation process that guarantees the sustainable of firms on a regional or national framework.

The present case-study analyzed two linkage models and their relations with the regional development from the point of view of a specific academic sector. We identified a series of characteristics that could be useful to consolidate an ecosystem of innovation that includes a strong connection in the global network of industrial production in the case of the Center of Semiconductor Technology of Cinvestav Guadalajara. This latter point has been found to be determinant for a successful performance of regional systems of innovation such the one established in Guadalajara.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Conacyt por la beca 21925 y apoyo otorgado a través del proyecto 220066.

DEDICATORIA

A mis gigantes, mi fuente inagotable de inspiración, fortaleza y amor infinito,
mis padres y hermanas.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las líneas de investigación que plantea el Programa Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, la presente investigación se enmarca en *la integración de ciencia, tecnología y sociedad*¹ toda vez que caracteriza la vinculación universidad-industria que han dado soporte a cambios de producción hacia procesos de mayor valor agregado —diseño en microelectrónica, software embebido, multimedia y tecnologías de la información— en la industria de alta tecnología en la región de Guadalajara. Creemos que, en el marco de políticas públicas de descentralización, las universidades y los centros públicos de investigación pueden contribuir activamente a la construcción de entornos de innovación a partir de dinámicas en red que actúen como motor del desarrollo endógeno económico regional.

El clúster como unidad de análisis relaciona a las diferentes empresas de alta tecnología con operaciones en Guadalajara. De hecho, la perspectiva de clúster es un éxito de la industria de alta tecnología de Guadalajara y se sostiene por el desarrollo de encadenamientos productivos. Precisamente en este sentido se creó la Cadelec (Cadena Productiva de la Electrónica). La misión fundacional de Cadelec es “el desarrollo de la proveeduría local y nacional y la atracción de inversiones, con el fin de sustituir importaciones e incrementar el contenido nacional y las exportaciones” (Cadelec, 2016).

A partir de las investigaciones sobre el escalamiento de las capacidades productivas de la industria de alta tecnología del clúster de Guadalajara (Dussel et al., 2003; Ordóñez et al., 2005; Palacios, 2008; Rivera-Ríos et al., 2014) se visualiza una red de innovación generada por medio de acciones deliberadas tendientes a desarrollar capacidades en investigación y desarrollo. Esta red se puede seguir desde la perspectiva de los sistemas regionales de innovación. Nuestra búsqueda se centra en reconocer y caracterizar los actores y las

¹ El Programa de Posgrado Transdisciplinario propone tres esferas generales de investigación: 1) Desarrollo y Prospectiva de las Ciencias y la Tecnología, 2) Integración Ciencia, Tecnología y Sociedad y 3) Innovación para la Salud, la Industria y el Campo, (DCTS, 2009).

relaciones entre ellos en contextos de procesos de innovación que han incidido en el escalamiento industrial. Ponemos especial énfasis en los organismos públicos de educación e investigación por razones de acceso a la información y porque consideramos que existe un margen de intervención en este tipo de organizaciones para incentivar dinámicas de vinculación socialmente responsables. Aunque podemos identificar ciertos determinantes relacionales, entendemos que el proceso difícilmente es replicable si no se considera en los contextos de aplicación, trayectorias tecnológicas, organizacionales y regionales circunscritos en mercados globales.

A principios del milenio, ante el desplazamiento de México en el mercado de manufactura de Estados Unidos por parte de China, el clúster de alta tecnología de Guadalajara se promovió como un espacio en donde las empresas podían generar ventajas competitivas dados factores regionales como el talento humano, conocimiento en metodologías de negocios, parques industriales, infraestructura para el transporte y relativa cercanía con el mercado estadounidense (Canieti et al., 2007). Al encontrarse la competencia fuera de la región, las empresas formaron alianzas público-privadas para ser competitivas dentro de la región, y emprendieron iniciativas orientadas al escalamiento industrial (Palacios, 2008). El escalamiento industrial se hizo evidente cuando las empresas instaladas en la región lograron incorporar tecnologías de la información en su cartera de servicios o bien generaron capacidades de absorción² al integrar procesos que requerían los servicios de unidades especializadas de investigación y desarrollo. Reestructurando así, las modalidades de producción y el perfil de demanda del mercado laboral al contratar capital intelectual destinado a labores intensivas en conocimientos.

Como apuntan Carrillo et al. (2004), precisamente el escalamiento industrial (*upgrade*) se trata de un proceso de cambio de *generación* dinámico. No todas las empresas asentadas en el clúster se transformaron ni todas lo hicieron en el mismo sentido, algunas se relocalizaron e incluso desaparecieron. La *generación* describe a un tipo ideal de empresas con rasgos comunes y con tendencia a predominar durante un período específico. Sin embargo, en un mismo periodo pueden encontrar distintas generaciones de empresas e, incluso, al interior de

² El concepto de capacidad de absorción explica las dinámicas de aprendizaje por interacción derivadas del proceso de asimilación y explotación de conocimientos entre elementos internos y externos a las empresas para el desarrollo de capacidades internas de innovación (Cohen & Levinthal, 1990; Lane & Lubatkin, 1998; Zahra & George, 2002).

un mismo establecimiento. El concepto de generaciones no se define como un grupo que sustituye a otro grupo, sino que hace referencia al *aprendizaje* logrado por el desarrollo de capacidades específicas a partir de trayectorias tecnológicas y organizacionales.

En nuestro estudio de campo, ubicamos cuatro ejemplos paradigmáticos de empresas trasnacionales, cuyas filiales en la región lograron escalar de generación: IBM, HP, Continental e Intel. Las dos primeras, se distinguen por incorporar las Tecnologías de Información en su cartera de servicios y Continental e Intel por el desarrollo de capacidades en investigación y desarrollo.

El primer esfuerzo regional que reconoce la literatura académica para vincular la producción científica y el sector industrial es la instalación del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS)³ y no fue sino hasta que las empresas en la región escalaron en complejidad que se establecieron relaciones comerciales entre ambos. Sin embargo, cabe señalar que las transferencias tecnológicas que tuvieron lugar recién se fundó el CTS, fueron con empresas líderes en el ramo y localizadas fuera de la región –IBM, AT&T, HP, Atmel, Intel, etc.–; a la postre esta experiencia fue determinante para incidir en la industria local.

El presente trabajo pretende estudiar los paralelismos de incidencia entre las capacidades científicas y tecnológicas de las entidades académicas regionales y el desarrollo del clúster de alta tecnología, en el marco de los fenómenos relacionales.

Esta sección introductoria además de contemplar los antecedentes de la investigación, plantea la justificación, las preguntas que guiarán el estudio, los objetivos, el planteamiento del marco teórico, la metodología y las herramientas de investigación. La propuesta estructural de la tesis está compuesta además del capítulo introductorio, por dos capítulos restantes, como sigue:

Capítulo 2. Escalamiento Industrial y Redes de Innovación. En esta sección se introducen las implicaciones del escalamiento industrial en términos de los atributos

³ CTS es un centro de transferencia tecnológica que forma parte de un organismo público de investigación.

de los actores del sistema regional de innovación identificados dentro del sector de alta tecnología. Por medio del trabajo de campo, localizamos específicamente cuatro empresas –Continental, HP, IBM e Intel–, dos instituciones académicas –Cinvestav Unidad Guadalajara y la Universidad de Guadalajara (UdG)– y organismos intermediarios –Canieti Occidente, Cadelec, CoecytJal–.

Capítulo 3. Redes de innovación universidad-industria. Esta sección concierne a las dinámicas relacionales que identificamos como determinantes para que las cuatro empresas identificadas escalaran de generación. Estos canales de vinculación son: la transferencia tecnológica bajo demanda y la formación para el mercado laboral.

La experiencia nacional e internacional muestra evidencia de que la *vinculación* puede materializarse a través de políticas gubernamentales como la instalación de oficinas de transferencia tecnológica, legislaciones⁴, incentivos fiscales, capitales de riesgo para la creación de empresas start-up o spin-off, parques científicos o tecnológicos, incubadoras y aceleradoras de empresas (Siegel, 2004; Markman, 2008). En nuestro caso de estudio, se registra que las capacidades de vinculación que incidieron en el cambio generacional de al menos cuatro empresas del clúster de alta tecnología en Guadalajara, fueron las transferencias tecnológicas bajo demanda y la formación de recursos humanos para el trabajo, ambos canales asociados a programas explícitos y espacios físicos exprofeso. También señalamos la importancia de la intervención de actores intermediarios —fundaciones, asociaciones y cámaras—. Se espera que la comprensión de las dinámicas de vinculación asociadas a modos específicos de producción de conocimiento pueda contribuir a mejorar el diseño de políticas públicas respecto a la integración de los centros de investigación y educación públicos y la política industrial para la construcción de sociedades de conocimiento con enfoque regional.

⁴ US Bayh-Dole Act en EUA & OECD en Europa (2003); LCyT en México, (Hernández-Mondragón et al. 2016)

1.1. Antecedentes

El presente apartado tiene como objetivo sintetizar los acercamientos teóricos que se han hecho sobre la relación universidad-industria, así como esbozar las investigaciones en torno al clúster de alta tecnología de Guadalajara. Esta sección tiene como propósitos: mostrar evidencia en torno a la vigencia y pertinencia del tema, legitimar el enfoque y metodología empleada y garantizar la novedad de la investigación.

En el primer apartado de esta sección presentamos los enfoques analíticos que la literatura internacional ha empleado para estudiar el tema de vinculación. A partir de estas herramientas conceptuales nos dimos a la tarea de buscar oportunidades de investigación en la producción científica mexicana (**Gutiérrez et al., 2016**). Este acercamiento en cuanto a la teoría y metodología de investigación, aunado a las investigaciones en torno al clúster de Guadalajara nos permitió identificar que la literatura científica hasta el momento no había registrado caracterizaciones sobre las relaciones universidad-industria en el marco del escalamiento de las capacidades productivas del clúster de alta tecnología de Guadalajara.

1.1.2. Vinculación academia-industria

La literatura académica reconoce las dinámicas de vinculación universidad-industria dentro de modelos como la triple hélice y el triángulo de Sábato (**Etzkowitz & Leydesdorff. Eds., 1997; Sábato & Botana, 1975**); sistemas nacionales de innovación y ecosistemas emprendedores (**Lundvall et al., 2002; Isenberg 2010**); regiones o ciudades de conocimiento (**Casas et al., 2000; Carrillo, 2004**); y modelos ligados a infraestructura como los clúster, parques y laboratorios nacionales (**Porter, 1998; Westhead y Batstone, 1998**). Así como se han plantean modelos ideales de colaboración academia-industria, también se han estudiado los atributos de los actores a partir de modalidades de producción de conocimiento. Por un lado, se plantea la tercera misión de las universidades, que hace referencia a cualquier esfuerzo para generar, usar, aplicar y aprovechar el conocimiento entre la universidad y el resto de la sociedad (**Molas-Gallart et al., 2002**); en este sentido otros términos afines son la universidad emprendedora y la universidad socialmente responsable.

Por otro lado, en el ámbito empresarial, se habla de un modelo de innovación abierta que gestiona el uso intencional de entradas y salidas de conocimiento tendientes a acelerar procesos de innovación interna y ampliar los mercados, que supone la interacción con otras empresas y organismos de investigación y desarrollo, como las universidades (**Chesbrough, 2003**). De manera más general, el Modo 2 de producción de conocimiento, propone que el conocimiento se genera en contextos dinámicos de aplicación que requieren negociaciones continuas que involucra a actores no académicos (**Gibbons et al., 1994**).

La **Tabla 1** resume una posibilidad de clasificar los enfoques teóricos respecto al fenómeno relacional universidad-industria. Las siete clasificaciones identificadas agrupan las diversas unidades analíticas por afinidad de propósito y enfoque de estudio. Las siete perspectivas enfatizan diferentes facetas de la dinámica de vinculación: difusión a través del desarrollo de competencias, producción por medio de la investigación, uso mediante el desarrollo tecnológico, y finalmente la capitalización del conocimiento. En cualquier caso, existen complementariedades, por ejemplo, una política de innovación abierta en la empresa, supone el uso de herramientas para gestionar el conocimiento y el capital intelectual.

Perkmann et al. (2013) hace una exploración de la literatura académica sobre las relaciones universidad-industria desde la visión del compromiso académico y la comercialización. **Ankrah y AL-Tabbaa (2015)** presentan una revisión sistemática de las diferentes perspectivas que investigan el tema de vinculación.

Existen estudios mexicanos regionales respecto al fenómeno de vinculación. Un primer acercamiento se reporta en el libro de **Casas et al. (2001)** desde la perspectiva de redes de conocimiento. En esta línea **García & Chávez (2014)** estudian la ciudad de Monterrey; **Solleiro & Gaona (2012)**, el Estado de México; **Villasana (2011)** el estado de Nuevo León; **Alvarado-Borrego (2009)** y **León-Balderrama et al. (2009)** el estado de Sonora; y **Tentori & Barajas (2012)** el estado de Baja California. Y desde la perspectiva de clúster, **Vera-Smith (2010)** propone y aplica una métrica sobre la efectividad en los procesos de vinculación en el clúster de la industria automotriz en el estado de Puebla.

Clasificación	Unidad analítica	Propósito	Autores
Enfoque relacional universidad-industria-gobierno	<ul style="list-style-type: none"> · Triple hélice · Triángulo de Sábato 	Generación de innovaciones en contextos de aplicación, por lo que se exige la colaboración en red de productores y usuarios de conocimiento.	Etzkowitz, Henry y Loet Leydesdorff. Eds.(1997); Sábato, J. y Botana, N., (1975).
Enfoque en modelos de desarrollo de capital científico, tecnológico y de innovación	<ul style="list-style-type: none"> · Sistema Nacional de Innovación · Ecosistema emprendedor 	Generación de innovaciones a partir del fortalecimiento de los agentes de producción, distribución y usuarios del conocimiento científico y tecnológico.	Lundvall et al., (2002); Isenberg (2010).
Enfoque en los atributos de los actores	<ul style="list-style-type: none"> · Tercera misión de las universidades · Emprendimiento académico · Innovación abierta · Sociedad del conocimiento 	Generación de innovaciones en redes distribuidas con enfoque de mercado y socialmente responsables.	Molas-Gallart et al., (2002); Bercovitz yFeldman, (2008); Chesbrough, (2003); Stehr, (1998).
Enfoque organizacional con énfasis territorial	<ul style="list-style-type: none"> · Regiones de conocimiento · Ciudades de conocimiento 	Desarrollo de innovaciones para garantizar el desarrollo social, económico y sustentable dentro de un marco territorial delimitado geográficamente.	Casas, Rosalba, Rebecca de Gortari y Ma. Josefa Santos, (2000); Carrillo, (2004).
Enfoque organizacional con énfasis en la infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> · Clúster · Parques científicos y tecnológicos · Laboratorios Nacionales 	Innovaciones para la competitividad industrial.	Porter, (1998); Westhead y Batstone, (1998); Carayannis et al., (1998).
Organismos de gestión de procesos de innovación	<ul style="list-style-type: none"> · Incubadoras de empresas · Oficinas de transferencia 	Organizaciones que facilitan operativamente los procesos de innovación y la generación de empresas.	Roberts & Malone, (1996); Siegel et al. (2003)
Herramientas de gestión de la innovación	<ul style="list-style-type: none"> · Gestión del conocimiento · Gestión del capital intelectual 	Sistematización de la generación, documentación, difusión, intercambio y uso del conocimiento.	Hermans et al., (2007); Draghici et al., (2015).

Tabla 1.1. Resumen de modelos que integran la vinculación universidad-industria. **Fuente:** Elaboración propia.

1.1.3. Clúster de alta tecnología en Guadalajara

El clúster de Guadalajara ha sido estudiado en el marco de reestructuraciones y escalamientos. Por ejemplo, **Partida-Rocha (1996)** analiza bajo el modelo industrial abierto y de mercado de finales de la década de los 70s, los cambios en las tecnologías de producción, organización y contratación. El escalamiento industrial circunscrito en la crisis del *dot-com*, ha sido estudiado en el contexto de estrategias inter empresariales: subcontratación, inversión

extranjera directa, transferencia de tecnología y alianzas público-privadas (**Dussel, 1999; Rivera-Vargas, 2006; Padilla, 2008; Palacios-Lara, 2008**). El clúster, también ha sido objeto de estudio como polo de innovación tecnológica, porque no solo concentra empresas de trayectorias tecnológicas específicas, sino que dada la evidencia del escalamiento industrial algunas son de base tecnológica (**Corona Treviño, 2005**). En esta última etapa de *upgrade*, las investigaciones establecen una alta correlación entre la complejidad de producción tecnológica y las dinámicas de vinculación que se han establecido entre las empresas y los organismos locales, entre ellos las universidades.

Referente al rol que han jugado las universidades en la región, las investigadoras **Luna (2001), Partida-Rocha (2003) y Rivera-Vargas (2003)** ofrecen trabajos sobre transferencia tecnológica entre la universidad y la industria electrónica en Guadalajara, en donde reporta un mercado laboral segmentado, pero una infraestructura regional, tanto académica, como científico-tecnológica que ha provisto de personal calificado y tecnología, a la industria electrónica con limitado impacto regional dado perfil de las empresas locales.

Circunscrito en investigaciones en torno a la formación de redes de conocimiento, **Luna (2001)** da evidencia de los cambios institucionales que tuvieron lugar en las universidades públicas estatales para vincularse con los sectores sociales, gubernamentales y empresariales. Es así que presenta el caso de la Universidad de Guadalajara (UdG). La UdG contaba con un parque tecnológico, un Centro de Manufactura Avanzada, una Incubadora de Empresas, un Fondo de Vinculación y como parte de la reforma, desarrolló una línea de vinculación y transformó diversos centros de servicios en empresas universitarias autofinanciadas. Esta última estrategia contribuyó a que los ingresos extraordinarios aumentaran en un 14% entre 1990 y 1995. Sin embargo, a pesar del soporte institucional para vincularse con el sector productivo, la autora señala que el impacto en el desarrollo económico y social regional ha sido limitado dado el perfil de las empresas —Pymes—. **Rivera-Vargas (2003)**, apunta un bajo nivel de integración de la industria con la economía regional y que la mayor parte de la transferencia se concentra en la absorción de capacidades operativas, es decir, que las donaciones de tecnología —software y equipo— de las empresas a las universidades y los cursos de entrenamiento respectivos, estaban dirigidos a fortalecer las capacidades operativas de estudiantes, maestros y empleados. Lo que significa que las políticas de transferencias

tecnológicas no se traducen en capacidades de promoción de industrias nacionales de mayor valor agregado.

Además de las instituciones de educación, otros factores decisivos son el perfil de las empresas y los mecanismos de creación de empresas de base tecnológica. **Corona-Treviño (2005)** ofrece una panorámica sobre Guadalajara en este sentido, a partir de la caracterización de sus centros de investigación, las empresas innovadoras e incubadoras. Diez años después, **Moreno (2015)** plantea la experiencia de Jalisco como un ecosistema de innovación que abraza diferentes sectores estratégicos, incluido el diseño de microelectrónica —subdivisión de la industria de la electrónica de alto valor agregado—.

Estas investigaciones sobre el papel de las universidades y el desarrollo industrial ofrecen un entendimiento limitado del contexto y los procesos operativos por los cuales las universidades transfieren tecnología, por lo que consideramos pertinente un acercamiento.

Escalera-Álvarez (2013) realiza un estudio bibliométrico en torno a los principales actores de la producción científica. **González-Garza y Ávila (2009)** muestra una panorámica de la especialización flexible en el CAT de Guadalajara. En su tesis de Maestría, **León-Sánchez (2004)** muestra evidencia sobre el escalamiento productivo en el clúster de Guadalajara y determina que las características más importantes fueron el aumento en la demanda de personal calificado y el ensamble de productos complejos. **Rodríguez-Barba (2011)** presenta el caso de la Industria de Software de Jalisco. Una crítica al clúster la presenta **Morales-Martínez (2009)**, la autora arguye que, bajo el criterio tecnológico inherente a la industria, “el Estado se vuelve una máquina de eficiencia y entre sus varios objetivos, como el bienestar de la sociedad, se relega en aras de producir con mayor intensidad y menor costo incrementando la automatización, llegando a confundir medios con fines”.

1.2. Justificación

Aun después de los primeros cuestionamientos sobre el papel social de la ciencia (**Bernal, 1939**), los modelos de análisis de la relación universidad-industria, como el modo 2 de producción de conocimiento (**Gibbons et al. 1994**), la triple hélice (**Etzkowitz &**

Leydesdorff 1997), el Sistema Nacional de Innovación (**Lundvall, 2002**) y el Sistema Económico basado en el Conocimiento (**Zwolenik, 1971**), los procesos de vinculación universidad-industria como prácticas de producción, uso, aplicación y explotación de conocimientos fuera del contexto académico continua siendo objeto de estudio (**Watkins, 2015; Tripl, 2015; Friesike et al. 2015**). En este sentido el interés de estudiar el fenómeno de vinculación universidad-industria en el clúster de alta tecnología de Guadalajara está motivado por la generación de una mejor comprensión de la producción, uso, aplicación y explotación conocimiento como una herramienta de innovación. La innovación como proceso de trabajo colaborativo y con derramas económicas y sociales, tales que el sistema de innovación de Jalisco se define como referente a nivel nacional (**Rivera et al., 2014; Moreno, 2015**). Es sabido que las regiones de conocimiento se construyen en la especificidad de los sectores tecnológicos por lo que en el presente trabajo se hace un recorte considerando las particularidades en cuanto a las bases de conocimiento y patrones de innovación que suponen la industria de alta tecnología. La industria electrónica segmentada en una cadena de producción global y con claros nodos de aglomeración, admite configuraciones en red de actores que potencializan recursos y beneficios, derivados de la producción y aplicación del conocimiento. Pretendemos que el estudio de las dinámicas de vinculación de la industria electrónica de alta tecnología en Guadalajara haga reconocibles las características relacionales y los atributos de los actores que dieron origen y han dado continuidad al sistema regional de innovación.

1.3.Pregunta de investigación

¿Cómo han incidido las instituciones académicas en el escalamiento industrial del clúster alta tecnología de Guadalajara?

1.4.Objetivos

Objetivo general

Documentar dinámicas en red entre la academia, el gobierno, el sector industrial y organismos intermediarios en el marco del escalamiento industrial que ha tenido lugar en el clúster de alta tecnología de Guadalajara en dos pasos:

- a. Recolección de datos relacionales.
- b. Identificación de actores.

Objetivos intermedios

- a. Detectar y caracterizar los mecanismos que activan los procesos de vinculación, es decir aquellas prácticas de las que se han servido las instituciones académicas para incidir en el escalamiento industrial. Para tal caso proponemos identificar las actividades y capacidades que ha ofrecido la *academia* al sector de alta tecnología de Guadalajara.
- b. Detectar y caracterizar las actividades y capacidades que la *industria* de alta tecnología de Guadalajara ha demandado durante su desarrollo.
- c. Detectar y caracterizar los mecanismos *de intermediación* con los que ha contado la academia y la industria para vincularse.

1.5.Marco teórico-conceptual

El objetivo de esta sección es presentar los elementos conceptuales: escalamiento industrial, industria de alta tecnología y vinculación universidad-industria que se utilizan como herramientas de planteamiento del objeto de estudio y análisis.

1.5.1. Escalamiento industrial

La literatura propone una tipología para entender las trayectorias de empresas que pertenecían al modelo de industrialización para la exportación en el norte de México con base a la característica central del modelo de maquila, es decir, al uso intensivo de mano de obra. De acuerdo al modelo de maquila⁵, se distinguen cuatro generaciones de empresas: basadas en intensificación del trabajo manual, basadas en racionalización del trabajo, basadas en competencias intensivas en conocimiento y basadas en tecnologías de la información (*Carrillo et al.2004*). Precisamente el escalamiento industrial (*upgrade*) se trata de éste proceso de cambio de *generación*, dinámico, abierto -las organizaciones se reconfiguran, se

⁵ El modelo de maquila explica el proceso de industrialización de Guadalajara.

relocalizan e incluso mueren; ni todas las empresas se transforman ni todas lo hacen en el mismo sentido.

Generación	Fuente de competitividad	Desarrollo industrial	Política industrial
Maquila de primera generación: <i>Maquila o ensamble en México</i> 1965-1981 Programa de Industrialización Fronteriza	Intensificación del trabajo manual.	-Extranjeras de ensamble tradicional -Desvinculación productiva con la industria nacional -Escarso nivel Tecnológico -Gran dependencia hacia las matrices y clientes principales.	-Inversión Extranjera Directa a la frontera norte orientada a generar empleos en forma masiva. -Industrialización por sustitución de importaciones
Maquila de segunda generación: <i>Hecho en México</i> 1982-1994 Movimiento por la calidad hasta el TLCAN	Racionalización de la producción y del trabajo: combinación de calidad, tiempo de entrega, costos unitarios y flexibilidad laboral, (sistema de producción japonés)	-Plantas con mayor diversidad de origen de capital orientadas a la manufactura -Desarrollo incipiente de proveedores cercanos de insumos y servicios directos e indirectos -Mayor nivel tecnológico y automatización -Gradual proceso de autonomía de las decisiones de las matrices -Gerencias comienzan a estar presididas por mexicanos	-Atracción de Inversión Extranjera Directa más intensiva en capital, tecnología y capacitación
Maquila de tercera generación: <i>Creado en México</i> 1995-1999	-Capacidad de ingeniería y tecnología -Comunicación y cercanía con las plantas de ensamble y manufactura -Reducción en tiempo y costo de proyectos.	-Plantas con mayor presencia de corporaciones transnacionales orientadas al diseño, investigación y desarrollo -Integración vertical intra-firma e inter-firma (vínculos con proveedores nacionales y comercio inter-maquila) -Formación de centros técnicos, plantas de ensamble, proveedores de componentes, proveedores indirectos como talleres de maquinado o de inyección de plástico, y proveedores de servicios.	-Estimulación de los clústeres -Promoción y consolidación de los comités de vinculación local entre asociaciones de empresas y centros de educación.
Maquila de cuarta generación: <i>Coordinación desde México</i> 2000 Migración de actividades de maquila a China	-Apoyar los flujos de información intra-firma y la gestión de la cadena de suministro	-Coordinación de múltiples actividades con base en TICs	

Tabla 1.5.1 Trayectorias empresariales en el escalamiento industrial. **Fuente:** Elaboración propia a partir de **Carrillo et al. (2004)**.

Cabe señalar que la *generación* describe a un tipo ideal de empresas con rasgos comunes y con tendencia a predominar durante un período específico. Sin embargo, en un mismo periodo pueden encontrar distintas generaciones de empresas e, incluso, al interior de un mismo establecimiento (proceso de hibridación). El concepto de generaciones no se define como un grupo que sustituye a otro grupo, sino que hace referencia al *aprendizaje* logrado gracias a la evolución de las capacidades desarrolladas por empresas específicas a partir de trayectorias tecnológicas y organizacionales específicas. En la **Tabla 1.5.1**, se presenta un cuadro que resume las trayectorias empresariales.

Actualmente algunas de las empresas de alta tecnología de Guadalajara realizan procesos productivos y tecnológicos con uso intensivo de conocimientos; aumentan el número de productos y modelos; incorporan cada vez más innovaciones de proceso y certificaciones intencionales; realizan cada vez más actividades de diseño e ingeniería; obtienen distinciones por su desempeño en calidad, al medio ambiente y a la seguridad; y las gerencias en empresas extranjeras se mexicanizan. Se forman capacidades tecnológicas, organizacionales y humanas dentro de las empresas y en las instituciones que les dan apoyo. Todos estos procesos, pueden resumirse bajo el concepto de escalamiento industrial y reflejan la trayectoria evolutiva de las empresas.

1.5.2. Industria de Alta Tecnología

La Industria de Alta Tecnología (IAT) asentada en el clúster de Guadalajara es una industria en el sentido literal, pero sin significado productivo o tecnológico. En el sentido productivo la naturaleza de las empresas se puede tipificar en tres: empresas fabricantes de equipo original (OEM, Original Equipment Manufacturers), empresas de servicios de manufactura (EMS, Electronics Manufacturing Services) y empresas de diseño original (ODM, Original Design Manufacturers) (**ProMéxico, 2014**). En el sentido tecnológico las políticas industriales regionales planteaban tres rubros estratégicos: electrónica, tecnologías de la información y multimedia. La IAT del cluster de Guadalajara forma parte de una red de

producción global en la cadena de valor (**Ernst, 2002**). La heterogeneidad de los procesos de producción de las empresas (diseño, manufactura y ensamble) da cuenta de cómo las redes de producción global jerarquizan y dispersan de forma concentrada procesos, generando interdependencia productiva y/o comercial entre países. Lo anterior implica que las diversas actividades tengan lugar en diversas zonas geográficas estratégicas más allá de la empresa y fronteras nacionales.

El plan de la Industria de Alta Tecnología de Jalisco contempló seis nichos de mercado: diseño en microelectrónica (semiconductores), software embebido, multimedia (video juegos, animación y efectos visuales), pruebas (de hardware, software), bases de datos orientados a objetos (software para logística) y bussiness process outsourcing (automatización de control financiero) (**Canieti et al., 2007**).

1.5.3. Vinculación universidad-industria

Molas-Gallart et al. (2002) proponen un marco conceptual para el análisis de las actividades de vinculación desde la visión de las universidades en función de sus capacidades y actividades. Las capacidades hacen referencia a la explotación y uso de intangibles existentes en la academia a través de canales comerciales y de servicios; las actividades describen la ampliación y desarrollo de las capacidades existentes en la academia. **Dutrénit et al. (2010)** proponen las mismas variables de medida y las clasifica en cuatro canales de interacción bidireccional, tradicional, comercial y de servicios, en función de los diferentes beneficios que reportan para las universidades y las empresas.

La **Tabla 1.5.2.** contiene las diversas unidades de medida para el análisis de las prácticas de vinculación universidad-industria, así como los beneficios que reporta para la universidad.

Unidad analítica	Beneficios	Unidad de medida
Capacidades comerciales y de servicio	Económicos <ul style="list-style-type: none"> • Compartir equipos/instrumentos • Suministro de insumos de investigación • Recursos financieros 	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización de resultados • Creación de empresas • Asesoramiento y consultoría • Comercialización de servicios basados en infraestructura
Actividades tradicionales y bidireccionales	Intelectuales <ul style="list-style-type: none"> • Ideas para proyectos de colaboración futuros 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de I+D en colaboración • Contratos de investigación • Movilidad de personal • Cursos y actividades de formación

	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiración para la investigación científica • Compartir conocimiento/información • Reputación 	<ul style="list-style-type: none"> • Alineamiento curricular • Formación de redes sociales • Diseminación no-académica
--	--	---

Tabla 1.5.2. Marco de análisis de las prácticas de vinculación universidad-industria, desde la perspectiva de la universidad. **Fuente:** Elaboración propia a partir de Molas-Gallart et al. (2002) y Dutrénit et al. (2010)

1.6. Metodología y herramientas

Los métodos cualitativos de investigación ayudan a construir las diversas representaciones sociocientíficas de la vida social (**Ragin, 2007**). La investigación cualitativa realza datos. A partir de las pruebas empíricas disponibles y los fines de la investigación, se determina qué información es útil para la elaboración y refinamiento de imágenes del objeto de investigación dentro del marco analítico.

El presente trabajo es un estudio cualitativo basado en el *estudio de caso* y el *análisis de redes sociales* como herramientas metodológicas. Para ambos instrumentos de investigación se recurrió al análisis documental y a entrevistas con actores clave.

El presente trabajo aborda las interdependencias como el punto central de estudio. Las redes sociales como paradigma de análisis nos permitieron identificar las prácticas de vinculación universidad-industria. La perspectiva de estudio de caso hizo posible considerar múltiples variables —inclinaciones personales, marcos institucionales, políticas económicas e industriales, etc.— para determinar las condiciones y consecuencias de las relaciones entre actores a partir del rol que desempeñan en el marco de la triple hélice.

Como un primer acercamiento al fenómeno de vinculación universidad-industria se revisó la documentación académica respecto al clúster de alta tecnología de Guadalajara (CAT), misma que se presenta en la sección de Antecedentes.

El Dr José Luis Leyva Montiel, co-director de la tesis y director del Centro de Tecnología de semiconductores (CTS) fue un informante base para contactar y entrevistar a 21 actores del CAT. Algunos de ellos —Francisco Medina de CoecytJal, Jesús Palomino E de Intel, Eugenio Godard de IBM, Margarita Solís de Ijalti— aparecen en la literatura consultada. El **Anexo A** enlista las entrevistas realizadas.

Por medio de la literatura consultada y las entrevistas se identificaron el uso intensivo de dos canales de vinculación: el desarrollo de tecnología en el modelo de “bajo demanda” del CTS y la formación de recursos humanos para el mercado laboral.

Para la descripción y análisis del modelo de desarrollo tecnológico bajo demanda del CTS, se utilizó información de entrevistas y la vertida en los anuarios institucionales del Cinvestav.

Igualmente, para la descripción y análisis de los programas de formación de recursos humanos para el mercado laboral se empleó el material de las entrevistas y la de anuarios y reportes técnicos del Cinvestav y la Universidad de Guadalajara, respectivamente.

CAPÍTULO 2. SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN Y ESCALAMIENTO INDUSTRIAL

Los Sistemas de Innovación, ya sean Nacionales o Regionales, son empleados como marcos conceptuales para entender los procesos de innovación, además de utilizarse como herramientas para guiar el diseño e implementación de políticas públicas en materia de ciencia, tecnología e innovación. Los Sistemas de Innovación articulan agentes e instituciones —organismos e instituciones gubernamentales, universidades, empresas, sectores productivos, centros de investigación, institutos tecnológicos, centros de capacitación, organizaciones intermedias de apoyo a la actividad empresarial y sistema financiero— vinculadas a la actividad innovadora dentro de fronteras nacionales o regionales.

Existen estudios que presentan indicadores de los Sistemas de Innovación Regionales (**Corona-Treviño, 2005**), **CoecytJal (2007)**, **OCDE (2009)**, **FCCyT (2012, 2013, 2014)**, **Moreno (2015)**.

El Consejo de Ciencia y Tecnología de Jalisco (CoecytJal) y Canieti Occidente (Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información) son los dos organismos intermediarios más activos en los procesos de vinculación, representantes de los intereses gubernamentales y empresariales, respectivamente.

Entre las empresas del sector y promotora del encadenamiento productivo dadas sus relaciones comerciales con empresas locales se encuentran HP, IBM, Intel y Continental, éstas también son ejemplos del escalamiento industrial. Las compañías HP e IBM incorporaron dentro de sus carteras, servicios de mayor valor agregado en el sector de tecnologías de la información. Y tanto Intel como Continental recién inauguraron en el 2013 Centros de Investigación y Desarrollo en Guadalajara.

2.1. Capacidades institucionales en ciencia y tecnología

En términos de los actores académicos, Jalisco cuenta con una importante infraestructura para la investigación (FCCyT, 2014). Un actor institucional clave en el escalamiento industrial del CAT de Guadalajara es el Centro de Tecnología de Semiconductores, (CTS).

De acuerdo con el Atlas de la Ciencia Mexicana (Pérez Angón et al., 2012, 2014), a nivel estatal, la UdG y el Cinvestav Unidad Guadalajara, son las dos instituciones con mayor número de artículos publicados por investigador, concentran el mayor número de investigadores con doctorado en Ingenierías y son en donde mayormente se forman los investigadores con doctorado en Ingenierías.

El Cinvestav fue creado en 1961 como un centro de investigación pública y en la actualidad cuenta con 28 departamentos de investigación distribuidos en nueve sedes en toda la República Mexicana. Particularmente la unidad Guadalajara del Cinvestav, se estableció en 1988 con el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), especializado en el diseño de componentes electrónicos. En 1995 se creó el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación con programas de maestría y doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, con las especialidades de computación, control automático, diseño electrónico, sistemas eléctricos de potencia y telecomunicaciones.

La Universidad de Guadalajara es la segunda más grande de México y, por sus indicadores es una de las más importantes universidades estatales (UdG, 2014a). El CUCEI (Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías) de la UdG fue creado en 1994, agrupa y dirige doce departamentos a través de las divisiones de Ciencias Básicas, Ingenierías y de Electrónica y Computación.

La procuración del desarrollo de capacidades industriales a partir de actividades de investigación y desarrollo, ha incentivado la transición de la industria electrónica de actividades de ensamble y maquila hacia procesos de diseño.

2.2. Organismos intermediarios

En términos de los actores, dentro de los organismos clasificados como intermediarios ubicamos al CoecytJal, a entidades gestadas desde el sector empresarial como la Cadelec, Canieti (Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información), FUMEC e INA (Industria Nacional de Autopartes) y también organismos públicos-privados como México First.

La Cadelec es resultado de una alianza público-privada cuya misión es desarrollar proveedores locales para la industria. El *CoecytJal* se crea en el año 2000 a fin de dar cumplimiento a la Ley de Fomento a la Ciencia y la Tecnología del Estado de Jalisco, la primera Ley de su tipo a nivel estatal. El CoecytJal se institucionaliza con la visión de “ciencia tecnología e innovación para el desarrollo económico y social”. Desde la estructura del CoecytJal se le da un papel preponderante al sector privado a través del órgano de gobierno, conformado por seis representantes del sector productivo y tres representantes del sector académico. Por su parte, *Mexico First* se crea como una iniciativa encargada de gestionar recursos financieros para la formación acelerada de recursos humanos en la industria de Tecnologías de la Información (TI), coordinada por Canieti y respaldada por la Secretaría de Economía y el Banco Mundial. La Canieti es un organismo que convoca a empresas que en el mercado son competidoras pero que comparten intereses en la implementación y diseño de las políticas públicas dirigidas al sector de alta tecnología.

2.3. Iniciativas para la construcción del Sistema Regional de Innovación

Sobre las herramientas de articulación del SRI, gestadas desde la esfera gubernamental se tiene: el “Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2030” (**Jalisco, 2010**), “Plan de la Industria de Alta Tecnología” (**Canieti et al., 2007**), “Programa Sectorial Ciencia, Tecnología e Innovación” (**Jalisco, 2013**), el “Programa Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco” (**Jalisco, 2007**). Como programas de impulso a las tecnologías de la Información se encuentra el Prosoft (**Medina, 2013**) y el Instituto Jalisciense de Tecnologías de la información (**Solís, 2013**)

También se pueden encontrar programas gubernamentales como el *Technology Business Accelerator* (TechBA) que es un mecanismo de acceso a fuentes mundiales de conocimiento y tecnología (Velasco-Aguirre, 2008). Otro ejemplo es el *Programa de Vinculación* (PROVEMUS), el cual está diseñado para que los alumnos desarrollen prototipos que resuelvan problemas específicos de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Jalisco, 2003). Otro mecanismo son las *Oficinas de Transferencia de Conocimiento* certificadas por FINNOVA, el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco AC tiene una, (FINNOVA, 2015).

La STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social) ha generado un *Banco de Buenas Prácticas de Innovación Laboral* (INNOVALAB) a partir del *Premio Nacional de Trabajo y del Premio a la Vinculación Educación-Empresa* a fin de promover el intercambio de experiencias exitosas de vinculación en materia de formación para el trabajo y cultura emprendedora (STPS, 2011).

Jalisco, al igual que el Distrito Federal, Nuevo León, Estado de México, altamente relacionado con la manufactura y con gran parte de la actividad económica del país, también concentran la actividad inventiva mexicana expresada en las solicitudes de registro de patentes (Hernández-Montaño y Díaz-González, 2007).

2.4. La industria del diseño electrónico y las tecnologías de la información

En los 80s estaban operando en Guadalajara cuatro grandes compañías de electrónica: IBM, HP, Motorola y Kodak. La planta de IBM fabricaba máquinas de escribir y computadoras personales; HP minicomputadoras y muebles para los centros de cómputo; Motorola dispositivos semiconductores de potencia; y Kodak tarjetas electrónicas para equipo médico. En esta época también surgieron compañías locales de diseño electrónico en Guadalajara como Reaser, Compubur y Electrónica Cherokee. Reaser tenía presencia en la región desde 1983 en el diseño y fabricación de sistemas de alarma para automóviles y hoy en día cuenta con desarrollos integrales de localización GPS y aplicaciones móviles (Resser, 2016);

Compubur (1989-1993) ofrecía servicios de rediseño y cambios de ingeniería a las máscaras de fabricación de tarjetas de circuito impreso multicapa; y Electrónica Cherokee (1988-1991) diseñaba circuitos integrados digitales, tarjetas electrónicas y tarjetas de circuito impreso.

En los 90s la escena del diseño electrónico se intensificó en la región (**Palacios, 2008**), en gran medida por la intervención del gobierno estatal, personificado por Sergio García de Alba como Secretario de Promoción Económica del Estado de Jalisco (1995-2001) y Francisco Medina como Director del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (2000-2013), ambos, promotores entusiastas de la atracción de inversión extranjera a la entidad.

Los principales productos que se diseñaban en Guadalajara eran dispositivos —circuitos integrados, sistemas basados en microprocesadores, tarjetas de circuito impreso y diseño físico de semiconductores— para la industria electrónica, para la manufactura, sistemas para el sector de tecnologías de la información, la industria automotriz y la industria de las telecomunicaciones.

Encabezado por David Silva Rosado, en 1994, se crea la compañía GPI Mexicana de Alta Tecnología con un grupo de ingenieros de desarrollo de sistemas de medición de energía eléctrica. Su principal cliente era la Comisión Federal de Electricidad. En el año 2001 la compañía es adquirida por la española Arteche. La empresa Arteche tiene presencia en más de 150 países y 80 oficinas técnico-comerciales, de manera que generan una relación directa con los contextos internacionales y locales del sector eléctrico (**Arteche, 2016**). Arteche mantiene una alianza estratégica con Technopoli desde el 2014 para toda clase de actos de comercio especialmente con material eléctrico y electrónicos. Technopoli es un polo de innovación del Instituto Politécnico Nacional (IPN) que impulsa la creación y crecimiento de negocios tecnológicos (**Technopoli, 2016**).

En el 2006 nace a partir de antiguos ingenieros de GPI Mexicana de Alta Tecnología, la empresa *Coglo SC* para mantener y continuar el diseño de equipo de medición de energía eléctrica de la marca Kitron misma que producen e instalan para la Comisión Federal de Electricidad.

Para las plantas de Guadalajara, Solectrón en el 2004 y Jabil en el 2005 —empresas de Servicios de Manufactura Electrónica originarias de EUA—, incursionan en el diseño y manufactura de productos finales para la industria electrónica. Solectrón cerró operaciones de diseño un par de años después y Jabil continúa ofertando el diseño y manufactura de prototipos, ensamble de tarjetas electrónicas y de productos finales (**PNC, 2016**).

Bajo la dirección de Ernesto Sánchez Proal nace en el año 2002 la compañía tapatía ENERI (Sistemas de Gestión Energética). Ernesto Sánchez trabajó para IBM por ocho años —manufactura en Guadalajara y desarrollo en Florida, USA—, once años para Jabil Circuit —administración de negocios y operaciones— en donde, junto con su equipo, obtuvo reconocimientos estatales y nacionales (ITESO, 2016). A su salida de Jabil crea la compañía Energía e Información dedicada al diseño, manufactura y comercialización de variadores de frecuencia de uso industrial para el ahorro de energía. En el 2007 se asocia con el Grupo Arancia Industrial —empresa mexicana fundada en 1925 con amplia experiencia en coinversiones internacionales— y se convierte en una filial. Actualmente ENERI continúa desarrollando tecnología original para la medición, monitoreo y control de distribución de energía en baja potencia (**ENERI, 2016**).

Con tres empleados en Guadalajara inicia operaciones *Pounce Consulting* en el 2001 bajo la dirección de Roger Viera. La ofrecen servicios de consultoría, diseño y fabricación de productos llave en mano. Junto con Cinvestav Guadalajara establecen un laboratorio para la certificación de equipo electrónico en emisiones electromagnéticas y descargas electrostáticas.

En el 2005 bajo la dirección de Rosendo González y en alianza con Texas Instruments, abre operaciones de diseño en Guadalajara la empresa originaria de EUA, *A2E Technologies*, con actividades de diseño electrónico, sistemas de radio, software y firmware para empresas en EUA.

2.4.1. Hewlett Packard

A principios de los 90s *HP* (Hewlett Packard) Guadalajara contaba con un grupo de ingeniería de diseño electrónico. El grupo colaboró con otros equipos de desarrollo en HP EUA y con compañías de electrónica en la región. Aun cuando el grupo de ingeniería se disolvió parte del aprendizaje tecnológico fue capitalizado en la creación de empresas y absorbido por Intel Guadalajara.

El grupo de ingeniería de HP Guadalajara (HP Gdl) diseñaba tarjetas electrónicas, circuitos integrados y controladores de memoria para las estaciones de trabajo de HP. En 1993 el grupo de desarrollo de HP Guadalajara comenzó a dar mantenimiento a los diseños de las impresoras de matrices de impacto. Después se les encomendó el diseño de mecanismos de impresión con BDT. El grupo de HP Guadalajara colaboró con Electrónica Pantera para el diseño de arneses y con CTS para el diseño de tarjetas electrónicas y circuitos integrados. HP Guadalajara junto con los grupos de diseño de Boise ID, Vancouver WA y San Diego CA, se coordinaron para diseñar impresoras y copiadoras con tecnología láser. Finalmente, como parte de una estrategia de HP, el grupo de ingeniería de Guadalajara se desintegro en 2005. El personal fue recontratado para HP EUA y otros por Intel Guadalajara.

Electrónica Pantera fue fundada en agosto de 1985 y desde entonces se ha dedicado a la manufactura de alta mezcla de cables y arneses para sistemas de cómputo y telecomunicaciones. Hasta 1997 habían sido proveedores de IBM (Rochester, Minesota; Austin, Texas; Vimercati, Italia; Raleigh, Carolina del Norte; Poughkeepsie, NY; San José, CA; Australia; Brasil; y Guadalajara), HP, Texas Instrument, Bay Network, 3M (Norteamérica y Europa), Compaq (EUA y Escocia), J.P.M., Cisco, Pasco Scientific, Tektronix y General Signal (**FCE, 1997**).

En 1993, la compañía mexicana *ASCI* obtuvo proyectos de HP para generar y dar mantenimiento al código de control embebido de manejadores de papel de impresoras hasta que, en el 2000, HP relocizó la operación en Singapur. De acuerdo con su página web, actualmente *ASCI* es una empresa de consultoría centrada en productos interactivos en el mercado del “internet de las cosas” (**ASCI, 2016**). El internet de las cosas trata sobre la

digitalización de objetos para su monitoreo y control remoto por sistemas móviles con plataformas iPhone y Android.

La compañía mexicana ATR (Advanced Technology Research) surge como una start-up de HP Guadalajara. ATR inició operaciones en 1993 bajo la dirección técnica de Ruben Kleiman, ingeniero del grupo de HP Guadalajara. La misión tecnológica de la compañía era diseñar una sinfonola digital. Al asociarse con la empresa Consorcio Global se convirtieron en grupo Arión y comercializaron el producto. De acuerdo con su página web, Arión es una división de ATR dedicada al diseño y fabricación de sinfonolas, mismas que distribuyen en México, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, Ecuador, Brasil, Chile, Holanda, Irlanda, España, Reino Unido y Australia (ATR, 2016).

La empresa *Juego Tecnológico* bajo la dirección de Miguel Meiszner, del grupo de ingeniería de HP, inició operaciones en el 2007. La idea original de la compañía era generar un espacio de aprendizaje interactivo para desarrollar la creatividad en niños. A esta idea, se sumó la de dar soporte a Intel en el diseño y validación de circuitos integrados. Por cuestiones financieras la empresa cierra sus operaciones en el 2010.

2.4.2. Centro de diseño electrónico Continental: Desarrollo de capacidades y arraigo cultural de la innovación

Siemens se instaló en 1972 en Guadalajara con líneas de fabricación de motores eléctricos de bajo voltaje para uso industrial. En el año 2000 Siemens VDO inició operaciones en Guadalajara con un grupo de ingenieros en la fabricación de autopartes y sistemas electrónicos automotrices. El grupo de ingeniería daba mantenimiento —cambios y actualizaciones— a los diseños que manufacturaban. Continental adquiere Siemens VDO a nivel mundial en el año 2007 y la planta de Guadalajara cambia de nombre a Continental VDO. Tras la adquisición de Siemens VDO, la operación se mantiene en Guadalajara y el grupo de diseño aumenta en responsabilidades y en número de ingenieros. Esta división

atiende a clientes como Chrysler, General Motors, Volkswagen, Mercedes Benz, BMW, Nissan, Honda y Toyota.

El Centro de Investigación y Desarrollo de *Continental Automotive System* Guadalajara tiene como eje el diseño de productos electrónicos para la industria automotriz. Tres elementos alimentan el motor de sus procesos creativos: la filosofía *Design Thinking* -diseño centrado en el usuario-, la metodología de células de innovación disruptiva y la cultura de trabajo enfocada a la innovación.

Dado el panorama mundial de escasez de ingenieros y como una estrategia de atracción de talento, en el año 2000 se crea el Centro de Investigación y Desarrollo de Continental Guadalajara (antes Siemens VDO Automotive AG). El grupo estaba compuesto inicialmente por cuatro ingenieros y a enero del 2014 ya contaba con 790 empleados.

El primer ejercicio de innovación tuvo lugar en el año 2003 a través de la adopción de la metodología TRIZ -algoritmos y herramientas de análisis de problemas- y a pesar de que se originaron invenciones, la carga de trabajo de la unidad requería toda la atención del personal y la práctica se volvió insostenible.

N°	Resultados
11	Generaciones
25	Universidades
25	Disciplinas
687	Estudiantes
122	Prototipos
9	Nuevos Desarrollos

Tabla 2.4.1. Numeralia de Trend Antenna. **Fuente:** Continental, 2016.

En el 2005 se optó por utilizar el Modelo de cambio organizacional de la Estrella de Cinco Picos de Jay R Gailbraight, con el claro objetivo de apoyarse en la innovación para incrementar los productos o las características en producción.

A la par de la inauguración del *Innovation Campus* del ITESM Guadalajara, Continental creó el programa Trend Antenna con la clara intención de abrir canales de continuo flujo con la universidad, específicamente con los estudiantes. El programa Trend Antenna puso en acción la metodología de células de innovación como un proceso estructurado y estandarizado. A partir de la experiencia de Trend Antenna, Canieti gestiona la misma metodología bajo el nombre de TechSquad.

CAPITULO 3. REDES DE INNOVACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA

La experiencia internacional ha reportado casos de éxito de vinculación en países altamente industrializados, así como metodologías para hacer más eficientes las colaboraciones universidad-industria (**Bodas-Freitas, 2008; Mei et al., 2014**). En este sentido, si entendemos a la vinculación como un proceso, podemos apreciar que en países de la periferia los estudios están en etapas muy tempranas. En países como México las investigaciones—incluyendo la presente— son descripciones relacionales (**Casas et al., 2000; Gutiérrez-Serrano, 2004; Villasana, 2011**), propuestas de modelos conceptuales de transferencia de tecnología (**Necoechea et al., 2013**) o metodologías para evaluar tecnologías susceptibles a transferencia (**Vega-González, L. R. & Saniger-Blesa, J.M., 2010**).

En estos países altamente industrializados existen métricas periódicas sobre las actividades y capacidades de vinculación dentro de la universidad. La encuesta *Higher Education–Business and Community Interaction* se ha aplicado desde hace trece años y es una fuente esencial de información sobre el intercambio de conocimiento en el Reino Unido (**HEFSE, 2015**). La AUTUM (por sus siglas en inglés, *Association of University Technology Managers*) aplica cada año la *Licensing Activity Survey* para cuantificar la transferencia de tecnología a través de las actividades de licenciamiento (**AUTM, 2015**). Otro ejercicio de medición de producción de conocimiento es la medición de coautorías; el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos estudia la dinámicas de cooperación en investigación universidad-industria dentro universidades (**CWTS, 2016**).

Existen ejercicios académicos para el diseño de indicadores de vinculación (**Langford et al. 2006; Seppo & Lilles 2012; Gulbrandsen & Rasmussen 2012**). Estos esfuerzos por un lado son herramientas de monitoreo y análisis, y por el otro pueden ser utilizados para generar cambios en las prácticas de vinculación. En México existen dos esfuerzos explícitos para estudiar el fenómeno de la vinculación. En 1996 y 2009 se levantaron encuestas para conocer el estado de la vinculación en el país; ambas, a pesar de los trece años de diferencia, exponen que la tendencia relacional universidad-industria “no implica[n] desarrollo o transferencia tecnológica, ni la creación de nuevas empresas” (**Casalet y Casas, 1998; Cárdenas et al.**

2011). En el 2015 la UdG y PROFMEX presentaron los resultados de una encuesta sobre vinculación de investigadores de Ciencia y Tecnología en México (UdG y PROFMEX, 2015).

Las canales de comunicación entre la universidad y la industria han sido analizados desde la perspectiva de los actores, sus motivaciones, los beneficios percibidos y las barreras para vincularse (Mowery 1998; D'Este & Patel 2007; Arvanitis 2008; Hall 2011; Ankrah 2013; Kneller et al. 2014). Igualmente se han propuestos modelos teóricos para estudiar a universidades emprendedoras (Clark 1998; Barnes et al. 2002; Perkmamann et al., 2012; Wright, 2014; Baglieri & Lorenzoni, 2014). Así mismo se han analizado dichas prácticas desde contextos de la periferia (Dutrénit & Arza 2010; Cai 2014; Bano & Taylor 2015). Por otro lado las empresas también han sido estudiadas en procesos de innovación abierta dentro de sus actividades de I+D (Van de Vrande et al., 2009, Santoro et al., 2000), ya que las colaboraciones universidad-empresa son un acceso a conocimientos tácitos y/o explícitos, como base para la construcción de futuros tecnológicos (Christensen et al., 2005; Perkmann et al., 2007). También hay trabajos en torno a aquellos actores que han servido de puente para el dialogo universidad-industria, a saber, organismos gubernamentales, oficinas de transferencia o fundaciones filantrópicas (Shapira, P. & Youtie, J. 2010; Robles-Belmont & Vinck, 2012; Parker & Hine, 2014; Boardman & Ponomariov, 2014).

Existen reportes que cuentan sobre las iniciativas desde la esfera gubernamental orientadas a facilitar el dialogo entre las universidades y la industria (Hernández-Mondragón et al., 2016). Algunas de estas políticas son legislaciones específicas, incentivos fiscales, capital de riesgo para empresas de base tecnológica (start-ups o spin offs), creación de parques tecnológicos, oficinas de transferencia de tecnología, centros de emprendimiento, incubadoras y aceleradoras de empresas, etc. (Siegel 2004; Markman 2008; Grimaldi 2011). Como establecimos en el apartado anterior, el CTS como una unidad de transferencia, fue resultado de un incentivo fiscal aplicado a inversiones extranjeras directas. Otras derramas han sido el nacimiento de spin offs y la incubación de una empresa.

Existe evidencia sobre los determinantes que gobiernan la relación universidad-industria, tales como las capacidades de absorción de las industrias, la producción de conocimiento de frontera dentro de las universidades, políticas institucionales, así como factores espaciales y culturales. En cuanto a la dimensión espacial, las investigaciones sugieren que a medida que aumenta la distancia entre los actores del SNI, la eficacia con la que el conocimiento se transfiere disminuye (**Boschma 2005**). La explicación tiene como referencia a las economías de aglomeración y su correlación con el flujo de conocimiento e información tácita como ventaja competitiva. (**Audretsch & Feldman 1996**). La misma globalización que induce la dispersión concentrada de procesos, también fomenta las aglomeraciones productivas a fin de generar ventajas competitivas (**Porter 1990**). Sin embargo la cercanía geográfica entre las universidades y las unidades de negocio no determina enteramente los procesos de vinculación. En los trabajos de **Hewitt-Dundas (2013)** en UK, **Van Hemert et al. (2013)** en los Países Bajos, **Santamaría et al. (2009)** en España y **Dutrénit et al. (2010)** en México, se evidencia como las características de las empresas, específicamente en relación con estrategias de innovación abierta incrementan su capacidad de absorción y por lo tanto la tendencia a relacionarse con su entorno, incluyendo a las universidades, con independencia del contexto político y social.

A continuación, presentaremos los dos canales de vinculación que contribuyeron al escalamiento industrial: 1) Transferencia Tecnológica y 2) Formación de Recursos humanos. La localización de ambas vías se dio por *saturación de la información*⁶.

3.1. Desarrollo tecnológico bajo demanda: Centro de Tecnología de Semiconductores, Cinvestav Guadalajara

El canal de vinculación universidad-industria que más beneficios bidireccionales reporta es la investigación y desarrollo bajo demanda (**Dutrénit & Arza, 2010; Kneller et al., 2014**), y es precisamente en esta modalidad en donde se enmarca el Centro de Tecnología de

⁶ La saturación de la información se refiere al momento en que, después de la realización de un número de entrevistas, grupos de discusión, etc., el material cualitativo deja de aportar datos nuevos. En ese instante, los investigadores/as dejan de recoger información.

Semiconductores (CTS) del Cinvestav Guadalajara. El CTS fue parte de una política de industrialización y se ideó como una unidad de enlace entre la academia y la industria. (STPS, 2008). Por su trayectoria tecnológica y organizacional, el CTS es un referente de incidencia en el proceso de escalamiento industrial de Guadalajara.

Nuestros hallazgos enfatizan que el emprendimiento académico —entusiasmo, compromiso y honestidad—, los procesos de innovación abierta dentro de las empresas, las políticas públicas explícitas de vinculación y los procesos dinámicos de construcción de confianza, fueron condiciones necesarias para que la red de innovación identificada haya incidido en el escalamiento industrial. En este sentido, creemos conveniente que para incentivar la construcción de redes de innovación se deben generar prácticas inclusivas en el diseño e implementación de políticas públicas que consideren la heterogeneidad de los sectores productivos y los itinerarios y capacidades locales en marcos de redes globales de producción.

3.1.1. El CTS como espacio de aprendizaje tecnológico

Encabezados por el jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav Zacatenco, el Dr. Juan Milton Garduño Rubio, se hizo presente un grupo de investigadores con la inquietud de diseñar y fabricar circuitos integrados (De Ibarrola et al. 2002). Este grupo se vinculó con las universidades de Berkeley y Utha para desarrollar capacidades de diseño de circuitos VLSI (Very Large Scale Integration).

Con fines de industrialización, en 1986 en México se generaron cambios en la *Ley de Inversión Extranjera Directa* (IED). La reforma entre otras cosas, comprometía a las empresas a involucrarse en programas de investigación y desarrollo como criterio de IED (Bernal-Sahagún & Olmedo-Carranza, 1986). En virtud de dichos cambios, la multinacional *International Business Machines* (IBM) —con operaciones de manufactura desde 1975⁷— consiguió la aprobación para establecerse como total accionista de una planta

⁷ IBM Guadalajara fue la primera empresa de tecnologías de la información en la región e inició operaciones en 1975 con una planta de manufactura. IBM Guadalajara participó en la fabricación de

de manufactura de minicomputadoras para el mercado interno y la exportación. Parte de las negociaciones involucraban la aportación de fondos y asesoría técnica para la creación de un laboratorio de diseño electrónico (**De Ibarrola et al. 2002**).

Ante la ventana de oportunidad para posicionarse en la escena del diseño en la industria electrónica —proceso de alto valor agregado—, el departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav concursó un proyecto para la creación de un centro de tecnología en diseño de circuitos electrónicos. La propuesta fue aprobada y a fin de crear dicho espacio, la Secretaría de Programación y Presupuesto, en nombre del gobierno federal, aportó un fondo recurrente y el Cinvestav facilitó las instalaciones y el personal para operar en centro. Fue así que en 1988 se instala el CTS en una propiedad proporcionada por el gobierno de Jalisco.

Dentro de las aproximaciones teóricas que tipifican el diseño de las políticas en ciencia, tecnología e innovación (**Ruivo, 1994, Elzinga y Jamison 1995**) el establecimiento del CTS se ubica como una política gestada dentro de una *cultura económica*, en virtud de que el CTS se concibió como un proyecto que fortalecería las capacidades tecnológicas a través de proyectos industriales bajo demanda. De hecho, se decidió emprender actividades académicas en la unidad con programas de posgrado hasta 1995, a fin de centralizar esfuerzos en el desarrollo de proyectos como servicio a la industria.

Bajo la dirección del Dr. Juan Milton Garduño, el CTS inicia operaciones en 1987, sin embargo, en esa época no había en México industrias que requirieran servicios de diseño de semiconductores. Las empresas estaban mayormente enfocadas en actividades de maquila y ensamble. Bajo este panorama, la dirección del CTS, aprovechando la cercanía con el mercado estadounidense, adoptó como estrategia de trabajo ofrecer su portafolio de servicios en el país vecino. Esta decisión clave convirtió al CTS en la primera empresa mexicana de diseño de alta tecnología con actividades comerciales en el mercado de Estados Unidos. Como resultado de una visita a las instalaciones de investigación y desarrollo de IBM Kingston, Nueva York, el CTS obtuvo sus primeros tres proyectos remunerados, el diseño

máquinas de escribir eléctricas y cintas de nylon y polietileno, ensamble de Sistema/36 y AS7400, subensambles para discos magnéticos, desarrollo de software de almacenamiento, retail, kioscos, soluciones para gobierno, etc. (**IBM, 2016**).

de dos circuitos integrados y el diseño de una tarjeta electrónica de comunicaciones para fibra óptica.

3.1.2. El CTS como nodo en redes transnacionales de innovación

Alguna evidencia señala que los determinantes que gobiernan la relación universidad-industria son las capacidades de absorción de las industrias, la producción de conocimiento de frontera dentro de las universidades, las políticas institucionales, así como factores espaciales y culturales. En cuanto a la dimensión espacial, las investigaciones sugieren que a medida que aumenta la distancia entre los actores del sistema de innovación, la eficacia con la que el conocimiento se transfiere disminuye (**Boschma, 2005**). La explicación tiene como referencia a las economías de aglomeración y su correlación con el flujo de conocimiento e información tácita como ventaja competitiva (**Audretsch y Feldman 1996**). La misma globalización que induce la dispersión concentrada de procesos, también fomenta las aglomeraciones productivas a fin de generar ventajas competitivas espaciales (**Porter 1990**). Por otro lado, la industria maquiladora de electrónica que se asentó en Guadalajara en los años 60 y 70 correspondía a una lógica del capital internacional cuyo objetivo era aprovechar la infraestructura en comunicación, la mano de obra abundante y barata, los centros financieros, parques industriales, sedes educativas, hidrocarburos y energía eléctrica, incentivos fiscales, relaciones obrero patronales amigables, etc., que facilitaban su ubicación con un mínimo inversión, y en esta reducción de costos aseguraban competitividad frente al mercado internacional (**Partida, 2004**). Es por ello que en nuestro caso de estudio la cercanía geográfica entre las universidades y las unidades de negocio no determinó enteramente los procesos de vinculación. En los trabajos de **Hewitt-Dundas (2013)** en UK, **Van Hemert et al. (2013)** en los Países Bajos, **Santamaría et al. (2009)** en España y **Dutrénit et al. (2010)** en México, se devela cómo las características de las empresas, específicamente en relación con estrategias de innovación abierta, incrementan su capacidad de absorción y por lo tanto la tendencia a relacionarse con su entorno, incluyendo a las universidades, independientemente del contexto político y social.

A finales de los 80s en Guadalajara había cuatro grandes compañías dedicadas a la electrónica, IBM, HP, Motorola y Kodak, pero por su naturaleza de maquila y ensamble no requerían servicios de diseño electrónico. Bajo estas circunstancias, la dirección del CTS, aprovechando la cercanía con el mercado estadounidense, adoptó como estrategia de negocio ofrecer su portafolio de servicios en el país vecino.

Un proceso relacional de redes de producción global es la innovación. Las innovaciones tecnológicas hacen emerger subredes globales como resultado de colaboraciones internacionales. En efecto, los proyectos con IBM Kingston, Nueva York, les abrieron las puertas al CTS para colaborar con otros grupos de investigación y desarrollo de IBM (Poughkeepsie, Raleigh, Austin). Es así que CTS es contratado para diseñar circuitos integrados, tarjetas electrónicas, software, firmware y tarjetas madre para computadoras personales. El CTS también diseñó líneas completas de equipo de telecomunicaciones, circuitos integrados, software y firmware para AT&T Paradyne en Largo Florida. A la lista de compañías contratantes se anexaron otras compañías como HP, Transwitch, 3M, Level One, Dantel, Atmel, STMicroelectronics, Bell Labs, Xerox y Siemens.

Motorola fue una de las primeras empresas que se instalaron en Guadalajara (1983). Dedicada a la manufactura de semiconductores, sus principales productos eran los semiconductores de potencia, rectificadores y tiristores enfocados a la industria automotriz. En 1987 Motorola Guadalajara creó un grupo de ingeniería para manufactura y diseño de dispositivos semiconductores, actividades que generaron patentes. En 1999 Jerry Kelly, director de la planta, comienza la planeación de la creación de un grupo de diseño de circuitos integrados —circuitaría analógica (frontend) y circuitaría de control (microprocesador)— para la industria automotriz. El plan incluía la participación del CTS, por lo que juntos visitaron el Centro de Diseño de Mesa AZ. A partir de reuniones con vicepresidentes de Motorola se acuerda la creación del grupo de diseño en Guadalajara. Sin embargo, Motorola inicia una reestructuración y la planta de Guadalajara es vendida a *On Semiconductors* y trasladada sus operaciones a Singapur.

AT&T (American Telephone & Telegraph) productos de consumo, llegó a Guadalajara en 1993. AT&T contrató a la mitad del equipo del CTS y creó un grupo de ingeniería dedicado al diseño de circuitos impresos y al diseño de las contestadoras telefónicas que se manufacturaban en Guadalajara. AT&T cambió de nombre varias veces —Lucent, Philips y Vtech— antes de cerrar operaciones en Guadalajara en el 2000.

Como parte del presente trabajo de investigación se hizo una búsqueda de los proyectos tecnológicos transferidos a la industria desde el CTS a partir de los informes del Cinvestav U Guadalajara (**Hernández et al., 2016**). Una síntesis de los proyectos tecnológicos desarrollados bajo contrato por el CTS se muestra en la **Tabla 3.1** y la **Figura 3.1**.

La literatura académica sobre redes globales de colaboración tecnológica reporta dependencia tecnológica y diferenciación de patrones de colaboración. Entorno a las modalidades de las redes de innovación, **Walshok et al. (2014)** plantea una diferenciación entre redes transnacionales de innovación dada a por el sector tecnológico, la identidad fundacional y el origen de la iniciativa (pública, civil o filantrópica) y sostiene que a partir de dichos elementos cada red genera particularidades de organización, financiamiento y consecución de objetivos. Respecto a la dependencia tecnológica, hay evidencia de características de núcleo-periferia en estudios de titulares de patentes en donde EUA, Alemania, UK, Francia & Japón se presentan como actores centrales a nivel internacional (**Prato & Nepelski 2014**). Un estudio sobre el uso del conocimiento público en procesos de innovación en red lo presenta **Azgara (2015)**; el autor utiliza las referencias universitarias en el registro de patentes como una forma de medir el uso del conocimiento generado en las universidades, da seguimiento a los patrones de citas y encuentra que el 10% de las fuentes son referencias nacionales y que el resto procede mayoritariamente de universidades estadounidenses.

AÑOS	COMPAÑÍA	TECNOLOGÍA TRANSFERIDA	CONTACTO
Principales compañías por temporalidad de colaboración.			

1989-95 & 2009-11	IBM	Circuitos integrados para telecomunicaciones; dispositivos electrónicos digitales; controladores de software; aplicaciones de tarjetas electrónicas para estaciones de trabajo y PCs; tarjetas madre para PCs; diseño VLSI IC.	Equipo de Investigación y desarrollo en EUA
1993-11	HP	Dispositivos semiconductores digitales, tarjetas de circuito impreso y tarjetas electrónicas; diseño de firmware.	Equipo de Diseño en México hasta 2005.
1994-11	AT&T	Dispositivos de telecomunicación, CSU / DSU, frame relay y HDSL; servicios de consultoría; diseño VLSI IC.	Equipo de Investigación y desarrollo en EUA
1999-11	Intel	FPGA y diseño de tarjetas electrónicas.	Equipo de Investigación y desarrollo en EUA y México

Colaboraciones con empresas incubadas en Cinvestav Guadalajara & spin off del CTS

2008	Mixbaal	Análisis de fallas en celdas y sistemas de concentración fotovoltaica.	Spin off creada en 1994
1999-00	TDCOM	Verificación de diseño ASIC.	Spin off creada en 1998
2010	Modutram	Desarrollo de un sistema inteligente, diseño de software y de hardware para paths tracking.	Empresa incubada
2009-10	IDEAR	Diseño de un sistema de detección por procesamiento digital de imagen.	Spin off BEA, 1993

Colaboraciones con empresas nacionales y transnacionales

1998-11	General Electric; Motorola; A2E Technologies; Transwitch; Dantel; Rolm; Atmel; Sanmina SCI; 3M; Phogenix; Texas Instrument; Chip Express; Xerox; Xilinx; Altera; Actel.	Diseño de sistemas, PCB's, ASIC's, firmware y software; servicios de consultoría.	EUA México
	Xignux; Adavox; Hongos de Mx; Medisist; Champ Encinal; Apliatec; Plamex		
	Interface; Bell Labs; Siemens; Level One; STMicroelectronics	Diseño de sistemas electrónicos de telecomunicaciones	EUA/ Alemania/ Francia-Italia

Tabla 3.1. Distribución por empresas, naturaleza de la transferencia y años de colaboración. **Fuente:** Elaboración propia a partir de los Anuarios Cinvestav (1989-2011)

Específicamente las redes globales de innovación de la industria electrónica como una dispersión concentrada de las capacidades tecnológicas han sido estudiada ampliamente por

Ernst (2009). El autor señala a Estados Unidos, Japón y Europa como centros de la nueva geografía del conocimiento. Creemos que, como países de la periferia, la colaboración con países del centro en procesos de innovación es parte del proceso de aprendizaje para escalar a procesos de mayor valor agregado; prueba de ello son las derramas asociadas, como las capacidades tecnológicas y organizacionales acumuladas, fomento y fortalecimiento de la industria doméstica a través de la generación de empresas de base tecnológica.

Desde la perspectiva de las empresas, tan importante es la innovación abierta como la construcción de la confianza para colaborar. Tal como ya ha teorizado Hemmert et al. (2014), en países con experiencia de colaboración universidad-industria —países industrializados—, la generación de sinergias para la innovación es un proceso más fluido porque la reputación y el liderazgo de las universidades son menos importantes para la construcción de confianza. Esto explica en cierto modo porqué las empresas de electrónica localizadas en la región buscaron sinergias con el CTS después del éxito que el grupo tuvo colaborando con empresas transnacionales fuera del territorio nacional. El **Grafico 3.1.** muestra la evolución en el tiempo por nacionalidad de las empresas. Dado que el 56% de las empresas con quienes ha colaborado el CTS son de EUA, para contrastar la nacionalidad de las colaboraciones se hizo la visualización en la **Grafico 3.1.** de empresas de México y de EUA. A partir de la información de los Anuarios del Cinvestav (1989-2011), se identificaron 36 empresas y 103 proyectos tecnológicos. De las 36 empresas, 19 son de origen extranjero (20 de EUA, dos de Alemania y una franco-italiana) y 17 de origen nacional.

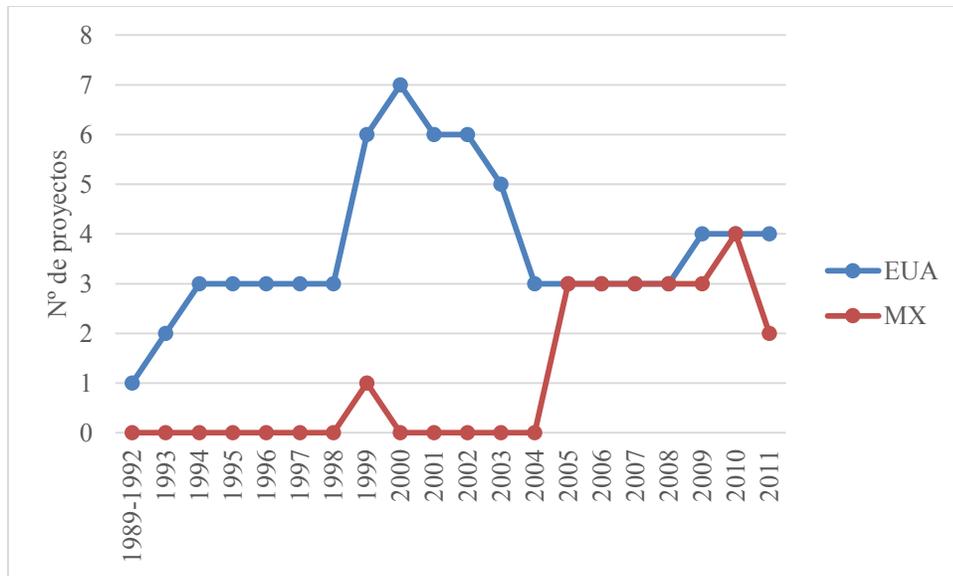


Grafico 3.1. Distribución por dos de las nacionalidad (EUA, México) de las empresas con quienes colaboró el CTS. **Fuente:** Anuarios Cinvestav (1989-2011)

La heterogeneidad de los procesos de producción de las empresas de alta tecnología (diseño, manufactura y ensamble) dan cuenta de cómo las redes de producción global jerarquizan y dispersan de forma concentrada procesos, generando interdependencia productiva y/o comercial entre países. Lo anterior implica que las diversas actividades tengan lugar en diversas zonas geográficas estratégicas más allá de la empresa y fronteras nacionales. En esta lógica de producción en red, los ingenieros del CTS mantienen alianzas con actores empresariales, académicos y gubernamentales, locales e internacionales. Los principales clientes del CTS son empresas fabricantes de equipo original, algunas se encuentran fuera de Guadalajara o en el extranjero, por lo que los ingenieros del CTS deben tener la disponibilidad para viajar en cualquier momento para participar en reuniones técnicas y de gestión, trabajar en los laboratorios del cliente y realizar pruebas de campo. Debido a las exigencias de movilidad e inflexibilidad en tiempos de entrega la participación de los estudiantes está prohibida. Sin embargo los profesores-investigadores pueden participar como consultores en proyectos industriales. En caso de que un profesor-investigador lidere un proyecto industrial, debe ser liberado de sus cargas académicas durante el período de ejecución del proyecto. De esta manera, el profesor se convierte en un ingeniero del CTS dedicado a tiempo completo en el proyecto.

3.1.3. Transferencia tecnológica en el CTS y el aprendizaje institucional

A fin de alcanzar el compromiso fundacional de prever servicios de diseño a la industria, los proyectos del CTS se ejecutaron bajo una dinámica de desarrollo tecnológico bajo demanda, para lo cual se implementaron mecanismos de dirección de proyectos dentro del esquema institucional.

A partir de 1995, el Cinvestav Unidad Guadalajara cuenta con dos grupos de investigación y desarrollo en Ingeniería Eléctrica, el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación (DIEECC) y el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS). El DIEECC fue fundado en 1995 como el brazo académico responsable de los programas de posgrado de maestría y doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, con las especialidades de computación, control automático, diseño electrónico, sistemas eléctricos de potencia y telecomunicaciones. La productividad del DIEECC se mide a través de publicaciones y participaciones en congresos. Las operaciones del DIEECC son financiadas por el Gobierno Federal y sus proyectos de investigación por agencias nacionales e internacionales (Conacyt, CoecytJal, LAFMAA, FUMEC, NSF, etc.)⁸. Los investigadores del DIEECC están asociados con organizaciones internacionales (IEEE, IFAC)⁹ y otros centros de investigación. En otras palabras, sus prácticas de vinculación son tradicionales, se constriñen a difundir sus productos de su investigación a sus pares dentro del ámbito académico. La estructura académica del DIEECC está cimentada en un secretario académico y el colegio de profesores.

La dinámica de trabajo del CTS basada en proyectos se planteó dentro del marco institucional bajo un esquema que integraba a la dirección del centro, un consejo de administración y grupos de trabajo por proyecto —líderes de proyecto e ingenieros de diseño—. El consejo de administración estaría compuesto por el director, líderes de proyecto y el administrador. El consejo de administración en un esfuerzo coordinado era responsable de la gestión del

⁸ Conacyt, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; CoecytJal, Consejo Estatal de Ciencia Tecnología; LAFMAA, Laboratorio Franco-Mexicano en Ciencias de la Computación y Control; FUMEC, Fundación México Estados Unidos para la Ciencia; NSF, National Science Foundation (USA).

⁹ IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers; IFAC, International Federation of Automatic Control.

proyecto. Básicamente esta estructura se sigue actualmente, pero se han incorporado becarios a algunos proyectos y el director además de dirigir también administra con apoyo del Cinvestav. La estructura organizacional es clara en cuanto a la delegación de responsabilidades de cada uno de los integrantes. La **Figura 3.2.** muestra la organización del Cinvestav Unidad Guadalajara.

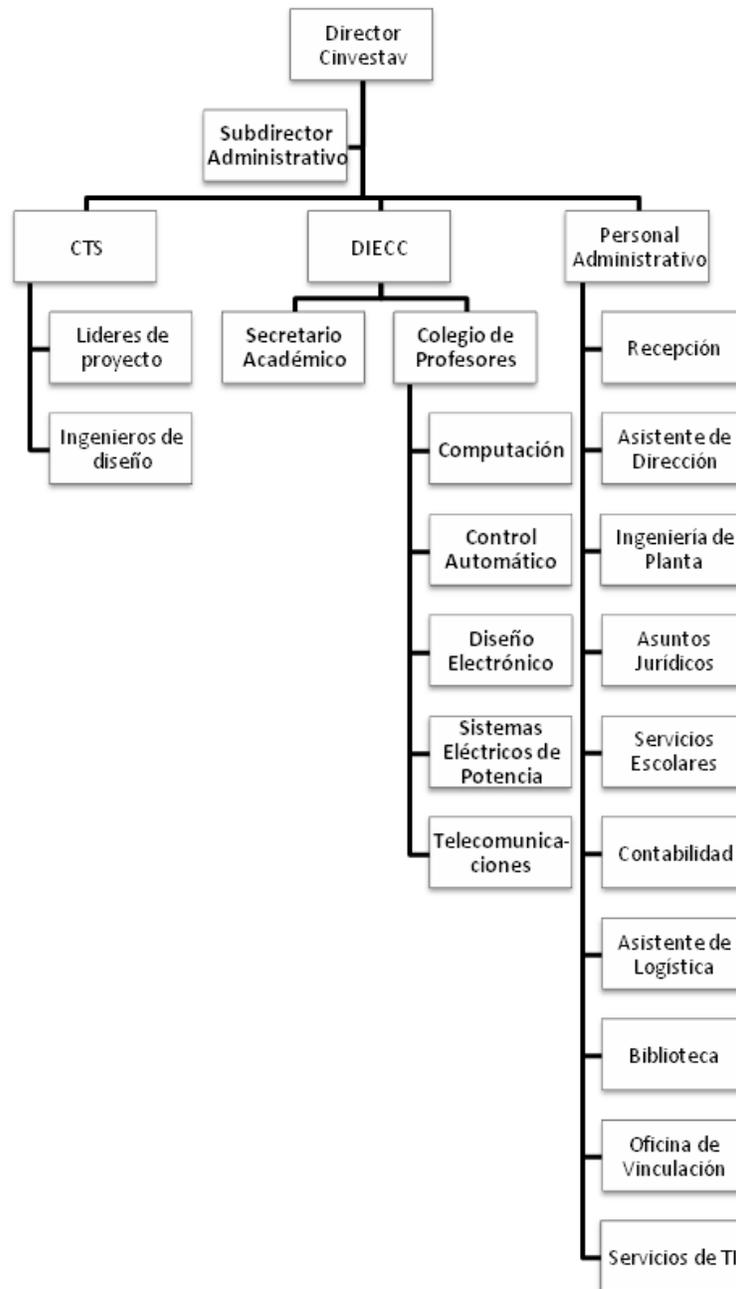


Figura 3.2. Organigrama Cinvestav Unidad Guadalajara.. Fuente: Elaboración propia con datos de (Cinvestav, 2016)

De acuerdo con miembros del grupo de trabajo del CTS (**José Luis Leyva y Jorge Gamboa, entrevista personal 27 de septiembre del 2013**), la eficiencia colectiva del grupo de investigación y desarrollo se explica en gran medida por las dinámicas de trabajo que rigen las actividades del CTS. El grupo del CTS cuenta con autonomía financiera y operacional para el contrato y desarrollo de los proyectos. Sin embargo, también tiene el respaldo institucional de manera formal, ya que el personal que labora en el CTS está contratado por el Cinvestav y tiene acceso al personal de apoyo para labores administrativas, así como también disponibilidad de infraestructura académica —espacios de trabajo, herramientas tecnológicas, laboratorios, grupos de expertos, base de datos—. El grupo de investigación y desarrollo del CTS este contemplado en el organigrama del Cinvestav como personal dedicado plenamente al desarrollo tecnológico, sin distracciones docentes o administrativas. Si bien el CTS cuenta con autonomía para gestionar las transferencias tecnológicas, su productividad es medida por los proyectos contratados y tiene que reportar al Cinvestav los recursos autogenerados como ingresos propios.

Al término de los contratos de IBM y en medio de una etapa de consolidación en el mercado del diseño electrónico, la Dirección General del Cinvestav mandata reorientar la Unidad Guadalajara, al dedicar los recursos disponibles a la creación de la unidad académica y terminar las actividades del CTS en octubre de 1994.

Las universidades y centros de investigación en los países en desarrollo son fundamentales para el éxito de cualquier economía moderna basada en el conocimiento (**Altbach, 2013**). Sin embargo, la decisión de la Dirección de concluir las actividades del CTS se entiende en el marco del capitalismo dependiente, en donde todos los países en desarrollo necesitan instituciones que garanticen la oferta del mercado laboral. Por otro lado, entre las responsabilidades de las universidades además de la docencia y la investigación, también se contempla la vinculación (**Laredo, 2007**). Aunque la formación para el trabajo se considera la conexión principal de la universidad con la sociedad, las prácticas de investigación para la

producción de conocimiento son la médula de los sistemas de innovación —ya sea para el desarrollo social o la competitividad empresarial— y como un mecanismo de legitimación de los procesos de producción de conocimiento los vínculos entre las universidades y centros de investigación fuera del ámbito académico son deseables en tanto prácticas sociales con repercusiones fuera de la esfera tecno-científica. En este caso de estudio, estas repercusiones han sido, entre otras, el aprendizaje tecnológico materializado en el escalamiento industrial. Ante la decisión de Dirección General de cerrar el CTS, el equipo de trabajo se divide en dos. Por un lado, el Dr. Juan Milón Garduño capitalizan las capacidades tecnológicas acumuladas y crea la empresa Mixbaal¹⁰. Y en febrero de 1995 ante el Cinvestav cambio de Dirección General se reactivan las actividades del CTS con el Dr. José Luis Leyva a cargo.

3.1.4. Transferencia tecnológica en el CTS y el aprendizaje organizacional

A largo de la vida del CTS, cada proyecto tecnológico desarrollado ha seguido una vía de acuerdos formales, con derechos y obligaciones legales estipulados bajo la firma de contratos de prestación de servicios. Lo que es objeto de comercialización es el proyecto bajo demanda, por lo que en dichos acuerdos las empresas son dueñas de la propiedad intelectual del desarrollo tecnológico. Los contratantes se comprometen a proveer enteramente de los recursos financieros y requerimientos funcionales necesarios para que el CTS traduzca la solución en paquetes tecnológicos y especificaciones técnicas.

El tiempo de cumplimiento de esta modalidad de transferencia tecnológica —diseño, prototipado y entregable — se planea y ejecuta con la lógica de mercado, por lo que no deben demorar más de lo estimado por la ventana de oportunidad para garantizar el retorno de la inversión.

La **Figura 3.3.** muestra de manera gráfica el flujo de ejecución de proyectos del CTS.

¹⁰ Las actividades de Mixbaal inician ofertando servicios de diseño en el mercado de Estados Unidos. Tiempo después se convierten en proveedores tecnológicos de *Telmex* en el mercado nacional, con el diseño y manufactura de radios de comunicación punto a punto por microondas. En el 2008 incursionan en la manufactura de paneles solares para el mercado griego, italiano y español.

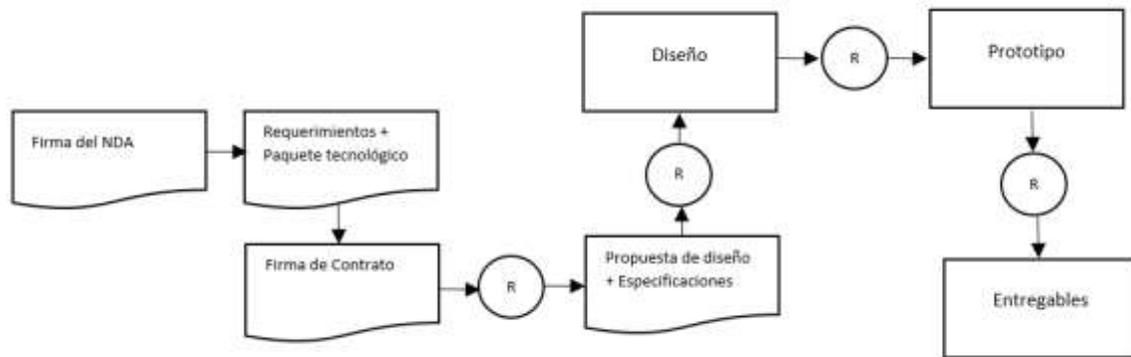


Figura 3.3. Flujo de ejecución de proyectos del CTS. **Fuente:** Elaboración de José Luis Leyva M.

Paso 1. Firma del Acuerdo de confidencialidad (NDA). El proceso de transferencia tecnológica comienza con la firma de un contrato de confidencialidad. Antes de negociar la propuesta de solución, y que exista intercambio de información valiosa para ambas partes, —los requerimientos de funcionalidad de la tecnología por parte del contratista y la propuesta de solución por parte del grupo del CTS—, los interesados deben de firmar los acuerdos de no divulgación (NDA, *non-disclosure agreement* o también conocido como acuerdo de confidencialidad) a fin de garantizar la secrecía del desarrollo y por lo tanto la novedad en el mercado. Las partes se obligan legalmente a proteger la información, las invenciones y los secretos industriales que serán compartidos durante las negociaciones y en el desarrollo del proyecto.

Una vez firmado el NDA la empresa contratante plantea el problema tecnológico de acuerdo a las funcionalidades de la tecnología requerida y el CTS diseña una propuesta tecnológica que es negociada hasta cubrir con las expectativas del cliente.

Paso 2. Entrega requerimientos y propuesta de paquete tecnológico. La ejecución de los proyectos se inicia con la recepción de requisitos por parte de la compañía contratante. El conjunto de requisitos es la columna vertebral de cualquier desarrollo tecnológico. En él se definen y describen, narrativamente y gráficamente, toda la ingeniería que se requiere para la creación de un nuevo producto o servicio. La documentación de requisitos integra de forma clara información de funcionalidad; restricciones técnicas de diseño (eléctricas, frecuencia, dimensiones físicas, limite costos, etc.); normatividad, certificaciones y estándares aplicables al diseño; cuestiones ambientales; mercado objetivo y cuestiones de propiedad intelectual.

Los requisitos definen los objetivos y resultados esperados del proyecto. Los requisitos que proporciona el cliente son utilizados por la ingeniería para generar un paquete tecnológico como propuesta de proyecto que contiene toda la información solicitada por el cliente: arquitectura del sistema; dimensionamiento del sistema en términos del número de componentes básicos: transistores, puertas, dispositivos, etc.; cronograma del proyecto preliminar con etapas claramente marcadas; disposición de los recursos humanos y materiales que se utilizarán; conjunto de entregables al final del proyecto; cotización de la ejecución del proyecto y del producto en bruto en cantidades de alto volumen; y análisis prospectivo de escenarios de riesgo a resolver antes o durante la ejecución del proyecto.

Una vez que se llega a un acuerdo de solución tecnológica se firma el contrato.

Paso 3. Firma del contrato de servicio. El contrato es un compromiso por escrito que ofrece certeza jurídica entre las partes. La ejecución del proyecto se inicia sólo cuando las partes estuvieron de acuerdo en el contenido del contrato. El contrato explicita el paquete tecnológico, las fechas de entrega, los pagos y las penalizaciones, con la estructura como sigue:

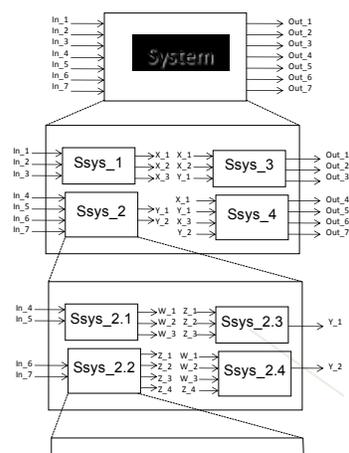
- a) Personalidad de las partes.
- b) Objeto o la razón del contrato.
- c) Términos y Condiciones.
- d) Calendario de Pago.
- e) Penalizaciones.
- f) Condiciones de invalidación del contrato.
- g) Garantías.
- h) Circunstancias de fuerza mayor.
- i) Jurisdicciones en caso de conflicto.
- j) Responsabilidades técnicas y legales de las partes.

Dentro del paquete tecnológico se establecen especificaciones técnicas de diseño, prototipos (circuitos integrados, sistemas electrónicos y códigos de software), programas de prueba y documentos de fabricación.

Paso 4. Especificaciones técnicas de diseño (TDS). Las especificaciones técnicas de diseño (hardware, software, mecánica, proceso, etc.) son documentos que describe en detalle y jerárquicamente la funcionalidad de la arquitectura del sistema.

La jerarquía de los sistemas se describe en términos de subsistemas (diagramas de bloque) y sub-interfaces (señales de entrada y de salida) que cumplen parte de los requisitos del sistema. Los subsistemas también se describen en términos subsistemas de bajo nivel y de sub-interfaces de bajo nivel. Los niveles jerárquicos más bajos se describen en términos de circuitos, máquinas de estados, algoritmos, fórmulas, modelos, etc.

La información detallada es obligatoria en las TDS para garantizar precisión en el proceso de diseño. documentos TDS en coche al trabajo de varios o, a veces cientos de ingenieros, con diferentes competencias y en diferentes lugares, que participan en el proyecto.



Alta jerarquía

El diseño jerárquico permite la descripción en términos de diagramas de bloques y señales de entrada y salida, subsistemas y sub-interfaces, respectivamente. Los subsistemas se describen en términos subsistemas de bajo nivel y de sub-interfaces de bajo nivel. Los niveles jerárquicos más bajos se describen en términos de circuitos, máquinas de estados, algoritmos, etc.

Baja jerarquía

Figura 3.4. Descripción del TDS a partir de la jerarquía del sistema. **Fuente:** Elaboración del Dr. José Luis Leyva Montiel, CTS.

Paso 5. Diseño. Las actividades de diseño son coordinadas y ejecutadas por líder de diseño y el grupo de ingenieros. Los ingenieros son responsables de diseñar los distintos subsistemas de la arquitectura. Las actividades de diseño se basan en el uso de herramientas

computacionales: captura de diseño (diseño lógico, diseño eléctrico, DFT, DFM); validación del diseño a través de la simulación de casos: el deseable, el esperado y el crítico; análisis de temporización y corrección de diseño; diseño del sistema de emulación y corrección; declaración de la generación de materiales; generación de planes de prueba; generación de vectores de prueba para la fabricación; y generación de documentos de fabricación.

Una vez que el proceso de diseño y validación se realiza y el líder de diseño aprueba los resultados de la evaluación y se simula el rendimiento del sistema simulación, se genera la lista de materiales y se envían los documentos para la fabricación de piezas o dispositivos inexistentes.

Paso 6. Prototipado. Para completar el proceso de diseño se requieren prototipos. Los prototipos permiten la validación del sistema en tiempo real en condiciones no controladas de campo. Así mismo esta etapa es indispensable para generar evidencia de funcionalidad y garantizar que el sistema diseñado cumple con el conjunto de requisitos estipulados por el cliente. Para la evaluación del prototipo se generan protocolos de validación de laboratorio y de campo. Otra finalidad es desarrollo tecnológico cumpla los estándares para certificaciones internacionales (UL, EMI, ESD, etc.)

Paso 7. Entregables. Entregables son los productos o servicios objetos del contratados que se generaron en la ejecución de un proyecto: prototipos; bases de datos de diseño electrónico; documentos de diseño (TDS, esquemas, documentos de fabricación, planes de prueba, resultados de pruebas, etc.); fuente y códigos compilados (software y firmware); e información técnica y no técnica compartida por la empresa al equipo de investigación y desarrollo durante la ejecución del proyecto.

Cuando la empresa conviene que los entregables cumplen con lo acordado en el contrato significa que el proyecto ha sido concluido satisfactoriamente. Sin embargo, el grupo de investigación y desarrollo adquiere la responsabilidad de apoyar a la empresa para corregir cualquier fallo o error que se podría encontrar durante el tiempo de vida del producto o servicio.

Los servicios o productos ofertados por el CTS son intensivos en conocimiento, altamente atractivos para empresas tecnológicas y rentables para las universidades. Las particularidades de este proceso son el nivel de especificidad y la formalidad legal —se genera el contrato de servicio, el acuerdo de no divulgación y la protección intelectual correspondiente (diseños industriales, patentes, derechos de autor, etc.)—. Al blindar los intereses de ambas partes se genera certidumbre en la relación y confianza sostenida.

Los desarrollos tecnológicos requieren la intervención de diversas disciplinas. Se requiere la participación de expertos en gestión de proyectos, electrónica, software, mecánica, materiales, negocios, gestión de propiedad intelectual, etc. Estos procesos transnacionales de innovación abierta requieren el uso de sistemas de gestión de proyectos (PMS). El uso de PMS minimiza los riesgos en la ejecución de proyectos y garantiza el alcance de los objetivos del proyecto en tiempo y forma. Los proyectos bajo contrato que se desarrollan en el CTS ya han sido evaluados por la empresa cliente en factibilidad tecnológica, económica y comercial. Por lo que el CTS se enfoca en gestionar dentro de su laboratorio, el desarrollo del proyecto tecnológico. Sin embargo, el equipo queda al pendiente en las etapas de prueba, validación y escalamiento, en caso de que se requieran ajustes.

Si bien en la actualidad existen sistemas informáticos para gestionar proyectos de diversa índole, el CTS guarda especial observancia en los siguientes aspectos para un PMS a prueba de errores:

- Programación del proyecto.
- Supervisión y control de la ejecución del proyecto.
- Control y aprobación de los entregables.
- Documentación y seguimiento de los problemas durante la ejecución del proyecto.
- Generación del organigrama con responsabilidades claramente definidas.
- Garantía de fiabilidad de los canales de comunicación de voz y datos.
- Garantía en los procedimientos de confidencialidad; en este sentido, el laboratorio del CTS es de acceso restringido al personal que labora ahí y cuenta con circuito cerrado de vigilancia permanente.

- Documentación de los resultados del proyecto

A pesar del difícil principio, en estos más de veinte años de operación, el CTS ha logrado transferir tecnología de forma continua. El grupo ha generado cuatro spin-off de alta tecnología, grupos de investigación y desarrollo dentro de empresas locales y atracción de inversión extranjera directa. En el apartado siguiente enlistamos algunas de las derramas tecnológicas del CTS.

3.1.5. El CTS y el escalamiento industrial en Guadalajara

Más de 300 ingenieros han pasado por el grupo de investigación y desarrollo del CTS. Los ingenieros no sólo han adquirido experiencia técnica de diseño sino también de gestión de proyectos. La mayoría ha migrado a otros grupos de investigación y desarrollo en polos tecnológicos, como Jalisco, Nuevo León y Estados Unidos. Ex ingenieros y colaboradores del CTS lideran proyecto y empresas de la industria electrónica en México y EUA.¹¹ El CTS también ha contribuido a la formación de grupos de investigación y desarrollo dentro del territorio nacional, como HP, AT&T, Freescale, STMicroelectronics, Intel y Continental VDO.

Ya a principios de los 90s y hasta el 2005, *HP* Guadalajara albergó un grupo de ingeniería de diseño electrónico. El grupo colaboró con otros equipos de desarrollo en HP EUA y con compañías de electrónica en la región, entre ellas el CTS. La capacidad tecnológica que desarrollo HP fue capitalizada en la creación de la empresa ATR y absorbida por el grupo de ingeniería de Intel Guadalajara.

En una reunión organizada por Motorola en el 2001, personal del CTS comparte con Héctor Ruiz, CEO de Motorola, los documentos del proyecto del centro de diseño que habían generado junto con Jerry Kelly —director de la planta de Motorola Guadalajara en 1999—. Tiempo después se inaugura el Centro Motorola de Tecnología de Semiconductores de

¹¹ Como es el caso Juan Milton Garduño en *Mixbaal*, Miguel Meiszner en *Juego Tecnológico*, Pedro Jiménez en *BEA*, Jesús Palomino en *TDCOM* y luego *Intel*.

México en la Ciudad de Puebla. Y unos años más tarde en el 2005 bajo la dirección de *Freescale*, el Centro de Tecnología de Semiconductores de México se instala en Guadalajara y se dedica al diseño, simulación y emulación de circuitos integrados de señal mezclada de microprocesadores.

A finales del 2003 Giancarlo Ronzi, gerente de investigación y desarrollo de *STMicroelectronics Phoenix AZ* le encomendó al CTS el reclutamiento y entrenamiento de diez ingenieros para integrar un grupo de diseño físico de semiconductores en Guadalajara. El entrenamiento tuvo una duración de seis meses y se llevó a cabo en los laboratorios de Phoenix. Sin embargo, en el 2005 el nuevo director ejecutivo de *STMicroelectronics* decide relocalizar en Europa todas las actividades de diseño. Y los ingenieros entrenados por el CTS fueron contratados como ingenieros de aplicaciones en Monterrey NL; más tarde la mayoría de éstos ingenieros son contratados por Intel Guadalajara.

Diversas investigaciones académicas han identificado el papel del CTS como uno de los factores que ha contribuido al desarrollo de capacidades tecnológicas regionales mediante el fomento de una de la industria de alta tecnología del diseño electrónico y de software. **Dabat et al. (2005)** presenta al CTS como un puntal tecnológico de la región al ser enlace entre empresas, gobierno, personal especializado e instituciones de educación en la provisión de soporte técnico y profesional para la creación de nuevas empresas. **Rivera (2008)** reconoce al CTS promotor de actividades de colaboración desde el paradigma de la Triple Hélice —programas de formación para el trabajo, transferencia tecnológica, incubación y creación de empresas— que incentivaron la reestructuración industrial. **Gutiérrez (2016)** ofrece un panorama en torno a los programas de formación para el trabajo en los que ha participado activamente el Cinvestav Unidad Guadalajara y el CTS. **Guillemin (2014)** identifica al CTS como un mecanismo que facilitó el encadenamiento productivo en el Sistema Nacional de Innovación al colaborar en la creación de pequeñas empresas de diseño electrónico mediante el aprovechamiento del conocimiento latente en el grupo de investigadores del CTS vía spin-offs.

Como **Gunter (2012)** sugiere las spin-offs académicas pueden ayudar a transferir tecnología desde las universidades. En este sentido el CTS ha sido la plataforma institucional de donde han emergido cuatro empresas: BEA, Mixbal, TDCOM y DDTech. Mismas que como el estudio de **Treibich (2013)** señala, al nacer vinculadas con la universidad, siguen manteniendo vínculos de colaboración. Estas spin-off muestran evidencia de la importancia del contexto institucional, que combina la experiencia científica con capacidades de gestión tecnológica. BEA (Bitácora Electrónica Automotriz), Mixbaal y TDCOM son parte de un estudio de casos múltiples en **Guillemin (2014)**. El autor analiza las capacidades de diseño electrónico de siete empresas: BEA, ATR, ASCI, Mixbaal, Bunker, DSP e Intel, y concluye que el Sistema Nacional de Innovación (SNI), el crecimiento de habilidades claves —diseño electrónico—, el capital social y el emprendedurismo son factores en el proceso de desarrollo de capacidades tecnológicas¹².

En 1998, Jesús Palomino egresado del grupo de ingeniería del CTS y Mixbaal, decide crear la empresa de diseño TDCOM en las instalaciones del CTS. Sus primeros proyectos fueron para Transwitch en Shelton, CT; Level One en Sacramento, CA; y San Francisco Telecom en San Francisco CA. En el año 2000 Intel adquiere TDCOM quien ya contaba con más de 20 ingenieros. Tras la adquisición de TDCOM, Intel decide mantener operaciones en Guadalajara e inicia operaciones el Centro de Diseño en Zapopan bajo la dirección de Jesús Palomino. Intel ha sido clave, no solo por sus actividades de desarrollo tecnológico sino porque ha funcionado como una empresa tractora, además de que su capacidad y trayectoria ha incentivado a otras compañías a instalarse en la región.

A partir de un proyecto para la compañía de transporte de pasajeros Tres Estrellas de Oro surge en 1993 la compañía *BEA*. Ante las pérdidas económicas y la falta de confianza hacia los operadores de autobuses, la compañía de transporte Tres Estrellas de Oro requería una bitácora electrónica que almacenara el tiempo, el kilometraje, y la velocidad del recorrido, el consumo de combustible, el número de pasajeros y registros sobre el desmontaje de llantas,

¹² **Guillemin (2014)** identifica al capital social en tanto herramienta de formación de redes que permiten transferencia de conocimiento, y los contactos de posibles clientes y proveedores; y al Sistema Nacional de Innovación (SIN) en tanto que las capacidades tecnológicas se presentan como el resultado del esfuerzo conjunto de diferentes actores tales como: gobierno, instituciones de educación superior y empresas.

parámetros que serían utilizados como una herramienta automatizada para monitorear sistemáticamente sus autobuses a fin de optimizar los recursos e incrementar las ganancias. Los ingenieros de BEA se encargaron del diseño del mecanismo de conteo de pasajeros y CTS del diseño de la computadora abordo. A pesar de los avances de ambos grupos de ingeniería, el proyecto de bitácora automotriz en 1995 queda huérfano. La compañía Tres Estrellas de Oro entra en huela y en 1996 desaparece. Ante tal crisis, el director de BEA, Pedro Jiménez logra contratos con los transportistas locales para que adopten la tecnología. De acuerdo con su página web, BEA actualmente cuenta con oficinas en Canadá, Estados Unidos, Honduras, Belice, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Colombia, Ecuador y Perú (BEA, 2016). Con soluciones tecnológicas end-to-end para la modernización del transporte urbano y su operación —control de Accesos, recaudo Inteligente, monitoreo On-line y asistencia técnica para la ingeniería de Proyectos y la transición a sistemas integrados de transporte—, BEA continúa brindando soluciones a las grandes y medianas ciudades en América Latina así como en medianas y pequeñas comunidades de Norte América.

En las misiones comerciales, Cinvestav Guadalajara es una visita obligatoria para todas las empresas de alta tecnología interesadas en operar en el Estado de Jalisco. Cinvestav ofrece su experiencia a la industria electrónica a través del personal altamente calificado. El gobierno estatal ha reconocido al CTS por su participación en la creación de un nuevo sector de la industria —diseño electrónico y de software— que ha contribuido alrededor del 1,4% del producto interno bruto de Jalisco (Palacios 2008). Es así que el grupo del CTS ha sido galardonado con el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1990 & 2009, el Premio Estatal en Ciencia y Tecnología 2006 & 2009; y Premio Nacional a la Vinculación Universidad Empresa en el 2008 por la STPS y Anuiés; por su trabajo en el desarrollo tecnología.

3.1.6. Conclusiones de la sección

Esta sección construyó un análisis del modelo de transferencia tecnológica del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) en el marco de un centro público de investigación y desde la perspectiva de redes globales de innovación. Identificamos las condiciones y eventos

contribuyeron a cimentar la relación universidad-empresa en base a resultados de colaboración tecnológica. Como condición necesaria, hemos presentado el modelo de transferencia a manera de unidad de negocio. Este modelo hace hincapié en la importancia de contar con los recursos—capital intelectual, estructural y relacional— dentro de las instituciones a fin de crear sinergias de producción y explotación de los conocimientos científicos y tecnológicos más allá de los campos académicos.

El capital estructural está dado por el respaldo institucional con que cuenta el grupo del CTS por parte del Cinvestav. El personal que labora en el CTS está contratado por el Cinvestav y tiene a su disposición el personal de apoyo para labores administrativas, así como también acceso a la infraestructura académica —espacios de trabajo, herramientas tecnológicas, laboratorios, grupos de expertos, base de datos—. La autonomía financiera y operacional para el contrato y desarrollo de los proyectos ha sido otro factor determinante para la consecución de objetivos fundacionales del CTS.

En términos de la ejecución de proyectos, el capital relacional radica en la formalización de proyectos bajo la figura de contrato por servicios. Lo cual contribuye a la generación de confianza y a la construcción de ambientes de certidumbre para los involucrados. Así mismo, esta certidumbre sobre los resultados de la operación encuentra explicación en el grupo comprometido de investigadores dentro de la academia y el grupo receptivo de empresarios.

En cuanto al capital intelectual, creemos que prácticas como las planteadas aquí, son ventanas para entrar a procesos de mayor valor agregado dentro de las redes globales de producción. Proponemos cambiar el discurso sobre si el conocimiento debe obedecer las culturas burocráticas, cívicas o económicas, a la propuesta de adopción de modalidades más eficaces para transferir conocimiento considerando por un lado el ámbito de aplicación, las modalidades de producción del conocimiento y las trayectorias tecnológicas, teniendo siempre presente que la vinculación es un proceso en construcción permanente.

En este sentido, a fin de contribuir a la construcción de procesos de vinculación en marcos de redes de innovación se deben generar prácticas inclusivas en el diseño e implementación de políticas públicas que consideren la heterogeneidad de los sectores productivos y los

itinerarios y capacidades locales en marcos de redes globales de producción. En el caso que nos compete, el contexto de aplicación es la industria de alta tecnología y la modalidad de producción es el desarrollo tecnológico. El diseño electrónico es una actividad estratégica del proceso de innovación de este sector y se caracteriza por requerir gente altamente calificada, por ser una empresa limpia, por requerir poco espacio y al ser una actividad intensiva en conocimiento genera empleos bien remunerados.

Finalmente, creemos que, como países de la periferia, la colaboración con países del centro en procesos de innovación es parte del proceso de aprendizaje para escalar a procesos de mayor valor agregado; prueba de ello son las derramas asociadas, como las capacidades tecnológicas y organizacionales acumuladas, fomento y fortalecimiento de la industria doméstica a través de la generación de empresas de base tecnológica.

3.2. Formación para el trabajo de alto valor agregado

El papel social de las instituciones de educación es instruir a los estudiantes para su inserción en el mercado laboral y ésta función se ha concebido como el medio principal a través de la cual se vinculan las universidades con la sociedad (**Laredo, 2007**). La universidad juega otros roles además de la formación, también se le encomienda la producción de conocimiento —desarrollo científico y tecnológico— y la difusión de dicho conocimiento —innovaciones para el mercado e innovaciones con fines sociales—. Por medio de estas funciones se puede evaluar la contribución de las universidades al desarrollo regional o nacional (**Goldstein & Renault, 2004; Dagnino, 2012**).

Desde la perspectiva de la teoría del capital humano se reconoce que el conjunto de habilidades y capacidades de los trabajadores explica el crecimiento económico (**Schultz, 1961**). Al mejorar el nivel de educación de la población, ésta incrementa su susceptibilidad de contribuir a la productividad de la economía nacional. Lo que implica que la educación funge como mecanismo de movilidad social (**Rodríguez Solera, 2006**). Sin embargo, estudios del caso mexicano y particularmente del sector industrial de Jalisco, señalan que el desajuste estructural —desempleo y subempleo— entre educación y trabajo se traduce más bien en la reproducción de clases sociales (**Lorey, 1997; Salas Durazo & Murillo Gracia,**

2013). Ante la precariedad laboral, **Muñoz (2006)** considera que una posible solución involucra necesariamente la participación de las instituciones educativas con el sector productivo y las organizaciones sociales. Como respuestas socialmente responsables, se requiere que las instituciones de educación incluyan en el diseño instruccional la participación de los diversos sectores demandantes de capital intelectual (**Jiménez 2011; Aristimuño & Monroy 2014**).

En el caso del clúster de alta tecnología (CAT) de Guadalajara, la capacidad de absorción del mercado laboral se encuentra en empresas locales y líderes en el ramo, (**Dussel et al. 2003; Palacios Lara 2008; Rivera-Vargas 2006**). En dichos trabajos se puede ubicar claramente la configuración de la triple hélice. En particular, Padilla (**2008**) encontró que, en Jalisco, en contraste con Baja California —donde también se localiza un clúster de alta tecnología—, investigadores de centros públicos pudieron establecer sus propias casas de diseño también conocidas como spin-offs, en buena parte debido a la derrama tecnológica¹³ que propiciaron los proyectos desarrollados en colaboración con empresas multinacionales con presencia dentro y fuera de la región. Así mismo **Rivera-Vargas (2006)** señala como el modelo de la triple hélice ha contribuido a cambiar la naturaleza de la industria de alta tecnología en Jalisco, de ensamblar y hacer manufactura a diseñar y catalizar sinergias que han favorecido la innovación del sector en la región.

Desde la perspectiva de políticas públicas, la literatura identifica ventajas de eficiencia transversal en la implementación de proyectos basados en recursos públicos cuando se atienden demandas de clústeres o agrupamientos productivos, porque las articulaciones de los sistemas productivos proveen de un marco regulatorio —además de ventajas locales y territoriales— como punto de partida para diseñar instrumentos de apoyo canalizadas a necesidades colectivas e interdependientes (**Ferraro, 2010**). Un ejemplo en este sentido son

¹³ La derrama tecnológica está definida como la imposibilidad de las empresas de capital extranjero de acaparar en su totalidad el producto social derivado de sus actividades productivas, (Caves 1974). En este tenor, el conocimiento que surgió de la interrelación para la generación de proyectos universidad-empresa fue capitalizado por investigadores en la creación de spin-offs. Otro ejemplo sobre derramas tecnológicas lo presenta la Industria Maquiladora de Exportación de Chihuahua y la industria automotriz en Sonora, México; en donde el personal previamente capacitado dentro de las filiales extranjeras ha aprovechado los nichos de demanda y crea pequeñas y medianas empresas locales (Gil & Solís 2012; Bracamonte Sierra & Contreras 2008).

los programas de reconversión laboral que atienden nuevos requerimientos del mercado laboral e involucran la interacción de instituciones —universidades, agencias, cámaras, etc.— del aglomerado productivo. De hecho, en contextos de trabajo inmersos en prácticas de desarrollo tecnológico la focalización de esfuerzos en la formación de los trabajadores es más intensa —dedican más horas por día, incentivan el trabajo en equipo, definen objetivos de formación, generan estándares de formación y mantienen registros— (**Gashi et al. 2010**). La intensidad aumenta en situaciones de escases de talento para cubrir las vacantes, y disminuye si el trabajo es de tiempo parcial y el trabajo implicado es manual (**Ibid.**) Por ello, no es casual que los programas de formación sean un punto de convergencia entre los actores del sistema regional de innovación en el marco del clúster de alta tecnología como el aquí descrito.

3.2.1. Cambio tecnológico y reconversión del talento

La adhesión de China a la Organización Mundial de Comercio (OMC) en el año 2001, supuso la atracción hacia el país asiático de líneas de producción manufacturera operando en Guadalajara (**Estrada Iguíniz & Labazée, 2004**). Ante esta crisis, de acuerdo con Francisco Medina¹⁴ (entrevista personal, 25 de septiembre de 2013), la reacción fue implementar la estrategia regional “bajos volúmenes, alta mezcla” a fin de empoderar al sector productivo a través de la adopción de procesos de mayor valor agregado. El plan de la Industria de Alta Tecnología contempló seis nichos de mercado: diseño en microelectrónica, software embebido, multimedia, pruebas de hardware y software, bases de datos orientados a objetos y *bussiness process outsourcing*. Esta claridad de participación permitió identificar perfiles formativos y diseñar dinámicas de manera masiva con resultados a corto plazo. En este sentido, tal y como señala **Huesca et al. (2010)** y de acuerdo con los hallazgos del presente trabajo, los cambios en la composición tecnológica terminaron incidiendo sobre las estructuras ocupacionales debido al aumento de la demanda de trabajadores con altos niveles de educación.

¹⁴ Director del CoecyJal (Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco), 2000-2013.

Dada que el buen funcionamiento de la economía laboral depende mayoritariamente en el planteamiento de cómo resolver los procesos de regulación entre la demanda y la oferta de trabajo (**Mercado et al., 2005**), partiendo de la definición de los seis nichos de mercado de la industria de alta tecnología, el gobierno estatal, el sector empresarial y las universidades cristalizaron su voluntad particularmente en actividades de promoción de ingenierías en foros, reuniones para homologar el currículo de las carreras afines y la gestión de programas especializados de formación para el trabajo. A través de la Secretaría de Promoción Económica se realizaron campañas para fomentar las ingenierías en foros dirigidos a estudiantes (Julio Acevedo, entrevista personal, 14 de julio de 2014). El sector empresarial y las instituciones de educación superior crearon el “Grupo de Homólogos” con la finalidad de alinear el currículo de carreras afines a la industria de alta tecnología —Ingeniería en Computación, Comunicaciones y Electrónica, Robótica— a partir de la identificación de demandas de competencias específicas. El centro de investigación Cinvestav alberga en sus instalaciones el “Programa Avanzado de Diseño de Tecnología de Semiconductores” (PADTS), focalizado en la formación de especialización técnica y financiado por agencias de gobierno, civiles —CoecytJal, MexicoFirst, Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia— y las empresas interesadas.

3.2.2. El sistema regional de innovación en los programas de formación

Entre los indicadores de capacidades y actividades académicas¹⁵, la Universidad de Guadalajara (UdG) y el Cinvestav Unidad Guadalajara, presentan en general los mejores números del estado de Jalisco, particularmente en el área de ingeniería. Ambas cuentan con el mayor número de artículos publicados por investigador, concentran el mayor número de investigadores con doctorado en Ingenierías y son en donde mayormente se forman los investigadores con doctorado en Ingenierías (**Pérez Angón et al., 2012, 2014**). Por ello no

¹⁵ El periódico el Economista en alianza con América Economía edita un ranking de las mejores universidades de México y evalúa la calidad docente —tamaño, distribución por tipo de contrato, formación—, investigación —producción de patentes, artículos y la categoría SNI-Conacyt, reputación entre empleadores—, oferta de posgrado —considera la clasificación del programa nacional de posgrados de calidad (PNPC) del consejo nacional de ciencia y tecnología (Conacyt), prestigio internacional en los rankings internacionales de universidades de QS y Webometrics, acreditación —programas académicos de pregrado que se encuentran acreditados ante el consejo para la acreditación de la educación superior (Copaes) y la proporción de estos en relación al total de programas de pregrado ofrecidos—. en este ranking la UdG ocupa el sexto lugar, primero a nivel estatal (El Economista, 2016).

es casual la mención constante de éstas dos instituciones en el trabajo de campo (entrevistas, **Ver Anexo**), y como parte del presente trabajo de investigación se hizo una búsqueda, en los reportes de Anuarios del Cinvestav Guadalajara y los Informes de la Universidad de Guadalajara, para ubicar de manera sistemática las vías que han seguido ambas instituciones para lograr la pertinencia de la oferta académica (**Gutiérrez et al., 2016**). Los programas que ubicamos están diseñados para estudiantes de Institutos de Estudios Superiores y para trabajadores de la industria de alta tecnología. Se contabilizaron 25 proyectos de vinculación del CUCEI y 145 proyectos de vinculación del Cinvestav. De los 145 registros que reporta el Cinvestav, 103 se refieren a la comercialización de desarrollos tecnológicos y 42 a programas de formación. Por su parte el CUCEI, comercializó siete proyectos tecnológicos y participó en 18 programas de formación del total de 25 registros. En términos globales la transferencia de tecnología es el canal de vinculación más empleado, seguido de los programas de formación. Esto se puede explicar porque el Cinvestav cuenta con un Centro de Diseño de Semiconductores que funciona como una unidad de transferencia tecnológica y el CUCEI como institución de educación superior pública, pondera la generación de programas de formación.

De acuerdo con los datos encontrados, la iniciativa privada muestra interés por un lado en capacitar a sus ingenieros en activo a través de cursos especializados y maestrías, y por otro lado en formar ingenieros desde el pregrado por medio de ofertar materias optativas diseñadas y llevadas al aula por sus ingenieros. Los informes técnicos del CUCEI reportan reuniones de trabajo relativas al diseño de programa de vinculación universidad-industria sin especificar el producto de tales reuniones, si bien no es programa es un paso previo para crear propuestas y es un reflejo del interés que existe por generar sinergias. Las síntesis de los programas identificados se muestran en la **Tabla 3.2.1**.

Para fines de análisis clasificamos a los actores, así como las relaciones que éstos guardan con los programas. En los actores ubicamos las siguientes características:

1. La esfera a la que pertenecen en el marco de los sistemas de innovación, es decir, si son empresas de la iniciativa privada; universidad o centro de investigación;

entidades gubernamentales; o intermediarios, tanto públicos como privados. Este atributo se muestra en la columna cuatro de la **Tabla 3.2.1**.

2. El país de origen.
3. El lugar que ocupan las empresas en la cadena de producción: empresas comercializadoras, empresas de servicios y empresas proveedoras de soluciones tecnológicas.

Programas de formación para el trabajo	Descripción de los Programas	Relaciones		
		Extensión	Donación	Servicio
Grupo de Homólogos	Alineación curricular a partir de la identificación de demandas de competencias del sector.	Cinvestav, UdG y otras universidades Empresas Intermediarios		-
Programas Avanzados de Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS)	Formación acelerada de especialización técnica en un Centro de Entrenamiento.	-	-	Cinvestav Gobierno Empresas
Materias optativas dentro de Programas de Estudios Superiores	Cursos impartidos por expertos en activo de la industria local.	-	Empresas	-
Programas de Maestría	Maestría in situ para ingenieros en activo de la industria local.	-	-	Cinvestav & UdG Empresas Gobierno
Cursos Intensivos	Capacitación para la formación de Especialista	-	-	Cinvestav & UdG Empresas Intermediarios
Donación de equipo y entrenamiento	Equipamiento de laboratorio de Sistemas Embebidos.	-	Empresas	

Tabla 3.2.1. Síntesis de los Programa de Formación para el Trabajo. **Fuente:**Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y la UdG, respectivamente

Y con la finalidad de definir las relaciones, establecimos a la extensión, la donación y el servicio como los tres tipos de vínculos que los actores guardan con los diferentes programas:

1. La extensión hace referencia a las prácticas que preceden a los proyectos, es decir, encuentros en donde se intercambia información acerca de los programas instruccionales, las tendencias del sector industrial, o programas de vinculación como estancias y prácticas profesionales.
2. La donación trata sobre lo que las empresas otorgan a las universidades sin retribución económica: equipo para laboratorios de enseñanza y personal frente a grupo.

3. Finalmente, el servicio hace alusión a los programas bajo demanda, que implican el contrato de servicio por parte de las empresas hacia las universidades.

3.2.2.1. Actores del sistema regional de innovación

Se ubicaron 35 diferentes actores en los programas de formación para el trabajo. En relación con el país de origen de los actores, del total: 20 son de origen nacional y el resto está conformado por empresas extranjeras. De las 15 empresas extranjeras, 12 son de origen estadounidense, dos alemanas y una colombiana. Respecto a la clasificación de los actores por el rol que ocupan en el sistema regional de innovación, se localizaron 22 empresas, cuatro universidades, cuatro entidades de gobierno y cinco organismos que se pueden definir como intermediarios. Se identificaron 20 actores nacionales, de los cuales 35% representan a empresas de la iniciativa privada, 20% instituciones de educación, otro 20% entidades de gobierno y 25% organismos intermediarios. Los centros de educación, además del CUCEI y el Cinvestav, incluyen un Centro de Enseñanza Técnica y un Tecnológico, ambos con presencia regional. La clasificación de organismos intermediarios incluye al CoecytJal, a entidades gestadas desde el sector empresarial como la Canieti (Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información) e INA (Industria Nacional de Autopartes) y el CIMEJ (Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de Jalisco), así como también organismos públicos-privados como México First. Las sinergias para formar recursos humanos involucran todo tipo de organismos: públicos, privados y público-privados, siendo las empresas el ente con mayor presencia. Aunque la iniciativa privada es la más representativa, solo la empresa Mabe se ubica como proveedor de soluciones tecnológicas, el resto de las empresas se clasifican como de servicios

En cuanto a la distribución del lugar que ocupan las empresas dentro de la cadena de producción., los datos son evidencia de la relevancia del *upgrade*, ya que el 73% de las empresas que participan en la red son compañías proveedoras de soluciones tecnológicas. Es decir, las empresas que han hecho emerger la red de formación de recursos humanos tienen como atributo pertenecer a empresas de tercera o cuarta generación, en línea con lo que ya se ha dicho sobre la relación entre la intensidad en actividades de innovación de las empresas y su propensión a relacionarse con la universidad, (Torres et al., 2011). Lo anterior se

fundamenta en que la capacidad de absorción de capital humano, como producto de procesos de innovación liga la competitividad de las empresas con las regiones y generan espacios de conocimiento, o genéricamente, sistemas regionales de innovación (**Guadarrama-Atrizco, 2010**).

Respecto a los actores nacionales dentro de la posición que ocupan en la cadena de producción como un reflejo del papel de las esferas que participan en la formación de recursos humanos, tenemos que el 55% clasifican en el sector educativo, gubernamental o como organismos publico-privados intermediarios.

3.2.2.2 Punto de Convergencia: Programas de Formación para el trabajo

La **Tabla 3.2.1** relaciona los organismos públicos de educación analizados, el CUCEI y Cinvestav U Guadalajara, con los seis programas de formación. Ambos, el Cinvestav y el CUCEI participan en las reuniones del programa de *Grupo de Homólogos*. El *Programa Avanzado de Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS)* se lleva a cabo en las instalaciones del Cinvestav. Ambas instituciones han participado en cursos intensivos a ingenieros en activo. Igualmente, ambas instituciones albergan laboratorios financiados —en efectivo o especie—por firmas de la región y organismos intermediarios; en el caso del Cinvestav se gestionó la creación de un Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética junto con Continental y Conacyt. Los Programas de Maestría que oferta el Cinvestav son bajo demanda y tienen lugar en las instalaciones de la empresa. Los docentes que imparten las materias optativas que ofrece el CUCEI a sus alumnos son ingenieros en activo y dichas materias son impartidas en el CUCEI.

Constituido desde el 2002, el *Grupo de Homólogos* está conformado por CEOs de empresas del sector y por responsables de ingenierías impartidas en tecnológicos, universidades públicas y privadas (**Palacios, 2008**). El objetivo de este grupo es ajustar los planes de estudio a fin de que los egresados cubran el perfil de las empresas de la región a partir de proyectos

estratégicos específicos (entrevista personal con Jorge Vázquez Murillo¹⁶, 25 de septiembre de 2013). Es en el marco de esta práctica que se genera el repertorio compartido que combina aspectos cosificadores y de participación. La construcción de una matriz de competencias como el elemento cosificador, reúne los requerimientos para los distintos perfiles laborales, como se muestra en la **Tabla 3.2.2**. La matriz se construye a partir de los proyectos que, la unidad de Ingeniería y Desarrollo de las diferentes empresas, promueven. En tanto que los proyectos se diseñan y gestionan como procesos, se definen los puestos que en la industria se abrirían en cada etapa del proceso para llevar a cabo el proyecto e igualmente se describen las actividades que realizaría el ingeniero. La matriz contempla tanto las habilidades técnicas como las habilidades interpersonales, asociadas a cada etapa del proyecto.

En el *Grupo de Homólogos* las relaciones se basan en el intercambio de información de utilidad común. Por ejemplo, cómo se desarrolla un proyecto dentro de la empresa y los atributos que las personas deben tener para desarrollarlo. Las prácticas de este *Grupo* consisten en la construcción en conjunto —universidad e industria— de una matriz de competencias que deben cubrir los egresados, pero de manera tácita, también contemplan las competencias de la planta académica porque son precisamente los docentes quienes quedan a cargo de la formación de los universitarios. Justamente llevar esta práctica al aula suele ser la más complicada, por lo que involucrar a los profesores es de suma importancia, en ocasiones se hace necesario organizar estancias en la industria o intercambio de personal para capacitar a los docentes (**Ibdem**). En el *Grupo de Homólogos*, un atributo relacional es la estrecha comunicación que ha llevado a la coincidencia entre agentes respecto al potencial de desarrollo de la industria a partir de la formación de capital humano.

Construcción de la Competencia	Etapas del proyecto			Puesto en la Industria		
	Etapa 1, ..., Etapa n			Puesto 1, ..., Puesto n		
Definición del Proyecto z en términos de lo entregable	Descripción de las actividades que se desarrollan en la <i>Etapa 1</i> del Proyecto z.	...	Se señalan las actividades que se desarrollan en el <i>Etapa n</i> del Proyecto z.	Se señala si se realizan las actividades de la <i>Etapa 1</i> en el Puesto 1.	...	Se señala si se realizan las actividades de la <i>Etapa n</i> en el Puesto n.

¹⁶ Jorge Vázquez Murillo, director del Centro de Investigación y Desarrollo de Continental en Guadalajara.

Especificaciones de las prácticas y conocimientos previos, que son la base para desarrollar el Proyecto z. Incluyendo el dominio del inglés.	Experiencia en el uso de x tecnología.	...	Experiencia en el uso de x tecnología.	Se señala si se requiere experiencia en el uso de x tecnología para el <i>Puesto 1.</i>	...	Se señala si se requiere experiencia en el uso de x tecnología para el <i>Puesto 1.</i>
Habilidades interpersonales	Comunicación efectiva. Pensamiento crítico. Fluidez tecnológica. Trabajo en equipo		Comunicación efectiva. Pensamiento crítico. Fluidez tecnológica. Trabajo en equipo	Se señala si requieren para el para el <i>Puesto 1.</i>		Se señala si requieren para el <i>Puesto 1.</i>

Tabla 3.2.2. Matriz de competencias generada por el “Grupo de Homólogos”. **Fuente:**Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y el CUCEI, respectivamente

En el año 2011 se crea en las instalaciones del Cinvestav Unidad Guadalajara el Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología (CEAT) como una evolución del PADTS instituido desde el 2003. El CEAT se gestó como un centro de capacitación para ingenieros que facilitaría su incorporación a proyectos industriales de diseño. Los temas de entrenamiento se seleccionan de acuerdo a las necesidades de la empresa de electrónica y/o software que patrocine o solicite el curso. El CEAT cuenta con un laboratorio de software embebido para la industria automotriz y el sector de telecomunicaciones, específicamente de la división de telefonía celular. El proceso de formar una generación en el CEAT consiste primordialmente en identificar demandas de profesionales en la industria; patrocinadores para cubrir los costos de operación —como el CoecytJal, MexicoFirst, Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia—; difusión del programa para el reclutamiento de *trainees*; evaluación y reclutamiento de candidatos; entrenamiento a tiempo completo por seis meses; y finalmente disposición de los egresados a las empresas patrocinadoras. Ya que el CEAT está instalado en el Cinvestav, éste se encuentra involucrado en todas las etapas del proyecto. Por lo que respecta a la industria como se ha dicho, la apertura de los programas depende del interés de las empresas por costearlos parcialmente.

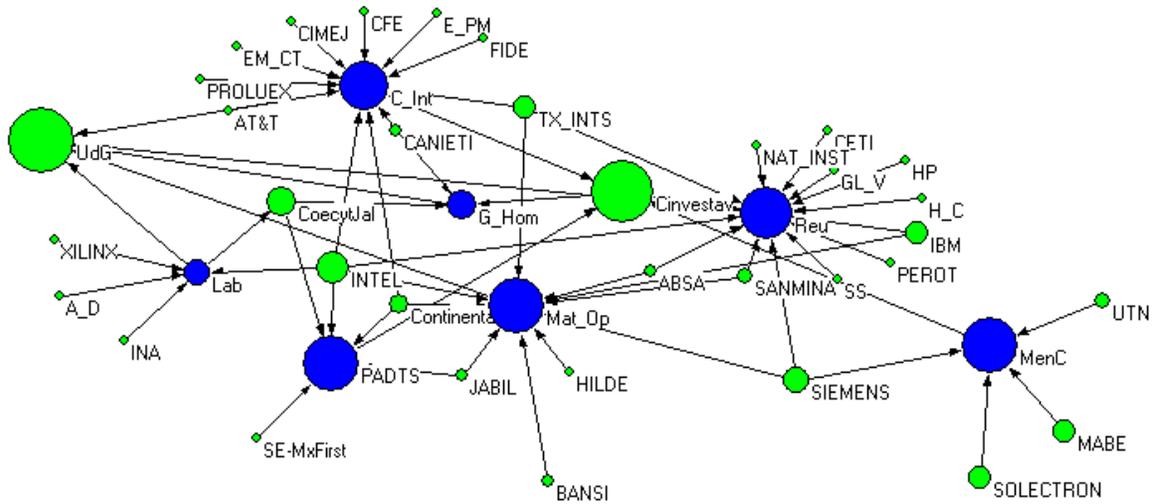


Gráfico 3.2.1. Centralidad de la red de dos modos: *Programas de Formación para el trabajo* y actores institucionales.
Fuente:Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y el CUCEI, respectivamente.

La **Gráfico 3.2.1** muestra la visualización de la red entre los Programas de formación y los actores institucionales involucrados. Está construida en dos modos, es decir, se visualizan los *Programas de Formación para el trabajo* y los actores —empresas, universidad o centro de investigación, entidades gubernamentales e intermediarios— como nodos de la red. Las flechas indican direccionalidad y se refieren a las relaciones —donación extensión o servicio— que las instituciones guardan con los *Programas de Formación para el trabajo*. El tamaño del nodo indica el número de participaciones en cada programa. Intel parece ser la empresa más participativa, ya que ha sido contratista de cursos especializados y del PADTS, realizó donaciones para equipar el laboratorio del CUCEI, mantuvo un dialogo permanente con el “Grupo de Homólogos” y ofertó materias optativas al CUCEI. A Intel, le siguen empresas como IBM, Siemens y Continental, empresas que como hemos puntualizado se caracterizan por tener incorporado dentro de su cadena de producción de valor, procesos de innovación, en donde se demanda el desarrollo de capacidades intensivas en conocimiento de sus empleados.

En el 2014 Intel inauguro el Centro de Diseño de Guadalajara, en la vecindad del Cinvestav Guadalajara y Continental, el Centro de Investigación y Desarrollo, en Santa Anita, Tlajomulco de Zúñiga. En entrevista personal, los directores de ambas unidades, refieren que el PADTS fue un instrumento que aceleró los procesos de inserción de ingenieros a sus

proyectos (Jorge Vázquez, entrevista personal, 26 de septiembre de 2013; Jesús Palomino¹⁷, entrevista personal, 19 de mayo de 2014). El PADTS, independientemente de la especialidad técnica, asegura que los egresados tienen las habilidades necesarias para desarrollar propuestas tecnológicas en colaboración y la capacidad de adquirir nuevos conocimientos.

3.2.2.3. Conclusiones de la sección

Un factor de creación y permanencia del clúster de alta tecnología de Guadalajara se puede explicar por la capacidad de reacción de los agentes del sistema de innovación —empresas, universidades, cámaras industriales, consejo de ciencia, asociaciones y centros de investigación — ante el cambio tecnológico y de mercado característico de una economía abierta. Los actores involucrados entienden que para el mercado de alta tecnología que quieren proyectar, la naturaleza de la oferta del capital humano se define bajo las lógicas de estructuras ocupacionales con altos niveles de educación. Las implicaciones del cambio tecnológico en aglomeraciones productivas de alta tecnología obligan a escalar hacia procesos de mayor valor agregado y consecuentemente reestructurar el mercado laboral hacia demandas capital intelectual altamente especializado.

Es de destacar que los programas, como el *PADTS* y el *Grupo de Homólogos*, contemplan el desarrollo de habilidades sociales, *soft skills*, como complemento indispensable del dominio cognitivo de los temas tecnológicos. Si bien las *soft skills* son elementos necesarios para el desarrollo profesional, su promoción circunscrita en el esfuerzo de vincular el mundo laboral y el formativo, también evidencia la ampliación de la educación a otras esferas de la vida más allá de las necesidades de la economía, (Teichler, 2009).

Los *Programas de formación para el trabajo* regionales del clúster aquí expuesto, se sustentan en la presencia de un sistema productivo, así como en el profundo conocimiento de la operatividad de éste y bajo los argumentos que Teichler caracteriza para detectar las oportunidades que se presentan en las prácticas de relacionar el mundo educativo y el laboral, se pueden resaltar dos cuestiones respecto a particularmente tres programas, *PADTS*, el

¹⁷ Jesús Palomino, gerente general del Centro de Diseño de Intel en Guadalajara.

Grupo de Homólogos y las Materias Optativas, en cuyo el diseñado curricular por cuenta del sector industrial —expertos del mercado laboral— cubre: 1) cuestiones de exclusión de paradigmas generalistas versus especialistas. 2) quedan medianamente resueltos aspectos de brechas temporales de planeación.

La creación de espacios como el CEAT, que además de contar con diseños curriculares dinámicos, bajo el principio de *aprender haciendo*, suma evidencia sobre la importancia de considerar la heterogeneidad de los sectores productivos para impulsarlas políticas legítimas de vinculación entre los procesos de educación y la inserción laboral. Aunque, como se mencionó, sin ser trivial, crear espacios de formación para el trabajo es solo parte del proceso. Sostenemos que los procesos de diseño instruccional deben ser dinámicas que consideren los escenarios de aplicación en el marco de interacciones entre los agentes involucrados.

CAPITULO 4. CONCLUSIONES

La innovación entendida como un proceso relacional de las redes de producción global hace emerger subredes globales como resultado de colaboraciones internacionales. La competitividad dentro de límites territoriales encontró garantía cuando la otrora aglomeración productiva de electrónica de Guadalajara logró insertarse en posiciones de mayor valor agregado en diferentes porciones del mercado regional de innovación. Así, actores del sistema regional de innovación construyeron un clúster de alta tecnología a partir del suministro material —desarrollo de proveedores, atracción de capital y transferencia tecnológica— e intelectual —programas de formación para el trabajo— como alimento de la red. Los actores identificables del sistema de innovación regional construyeron el capital social incorporado en organismos como CoecytJal, Canieti Occidente, SEPROE, HP, IBM, Intel, Continental y el CTS del Cinvestav para intervenir activamente en el escalamiento industrial del clúster.

Con el objetivo de dar seguimiento a los espacios regionales de conocimiento en el sector de las telecomunicaciones, **Santos (2001)** estudia entre otras la región occidente, conocida desde entonces como el *Silicon Valley* mexicano, e identifica el rol del CTS como una institución-actor que transfiere recursos humanos —ingenieros del grupo de desarrollo del CTS— altamente calificados a empresas con operaciones en la región. Si bien Santos identifica al CTS como productor de tecnología de punta, no describe que dichas actividades trasciendan en el desarrollo de capacidades tecnológicas en el ámbito regional. Más tarde, igualmente en términos relacionales, **Dabat et al. (2005)** muestra que, durante la reconstrucción del clúster de electrónica de Guadalajara, el nuevo aprendizaje tecnológico de las empresas ODM se inserta en la cadena de valor *desde arriba* y que dicho aprendizaje guarda sustento institucional de organismos como Cadelec y el CTS. También se ha mostrado evidencia de fuertes lazos en las cadenas productivas verticales e indicios de integración horizontal entre competidores (**Ramírez, 2011**), sin embargo, este estudio arguye no identificar elementos de la base de conocimiento y plantea que la producción del conocimiento no fluye hacia los sectores productivos. Sin embargo, **Guillemin (2014)** observó que los esfuerzos coordinados por Canieti Occidente y Cadelec, así como la

presencia del CTS, detonaron la construcción de redes en la región y que el capital social de dichas redes devino en el desarrollo de capacidades tecnológicas en Pymes.

Es así que en nuestra búsqueda por caracterizar los procesos de innovación en red en el marco del escalamiento industrial que ha tenido lugar en el clúster de alta tecnología de Guadalajara, nos encontramos con trabajos que ya habían identificado: a) la existencia de un red —socio-técnica, de conocimiento, de innovación— y b) la participación de actores identificables desde la perspectiva del sistema nacional o regional de innovación —sector industrial, académico y gubernamental—. Restaba justamente puntualizar los contextos y los modelos de vinculación. Finalmente, después del trabajo de campo y la revisión documental, se identificaron el uso exitoso, periódico e intensivo de dos canales de vinculación: programas explícitos de formación de recursos humanos para el mercado laboral —proyectos a cargo de la Universidad de Guadalajara y el Cinvestav Guadalajara— y el desarrollo de tecnología bajo demanda —proyecto gestionado por el Cinvestav Guadalajara, a través del Centro de Tecnología de Semiconductores—.

Sostenemos que el emprendimiento —entusiasmo, compromiso y honestidad—, las estrategias de innovación abierta dentro de las empresas, las practicas coordinadas para genera agendas comunes entre los diferentes actores, las políticas explícitas de vinculación, tanto industriales como públicas y los procesos dinámicos de construcción de confianza, fueron condiciones necesarias para que la red de innovación identificada haya incidido en el escalamiento industrial. Creemos conveniente que para incentivar la construcción de redes de innovación se deben genera prácticas inclusivas en el diseño e implementación de políticas públicas que consideren la heterogeneidad de los sectores productivos y los itinerarios y capacidades locales en marcos de redes globales de producción. Esto es, entender la construcción de redes como un proceso definido por estrategias de mercado, marcos institucionales, trayectorias, y sobre todo la naturaleza de la producción del conocimiento y los objetivos que ésta persigue.

La literatura científica, si bien había identificado la presencia de relaciones academia-industria, hasta el momento no había registrado datos relacionales circunscritos en el

escalamiento de las capacidades productivas del clúster. En este sentido, consideramos valioso hacer evidente la importancia de trayectorias tecnológicas, institucionales y organizacionales para generar casos de vinculación exitosos. Aunado a lo anterior, el valor pragmático de lo aquí vertido es que las prácticas identificadas son replicables y altamente deseables en la construcción de espacios regionales de conocimiento. Por un lado, el modelo de desarrollo de tecnología bajo demanda del CTS irrumpe en la escena de alta tecnología destrozando esquemas de dependencia tecnológica con derramas de la magnitud de la atracción de centros de diseño de transnacionales en la región. Y, por otro lado, la complejidad tecnológica también ha impactado en la estructura del mercado laboral demandando recursos con altos niveles de educación por medio de ajustes en las competencias requeridas para el empleo; la inserción en el sector formal y el desempeño en actividades complejas, variadas y relevantes son factores que brindan a los jóvenes mejores condiciones de vida.

La vigencia de la vinculación como objeto de estudio en México

En la sección introductoria se realizó un ejercicio de visualización panorámica respecto a las investigaciones desde México en materia de vinculación. El objetivo de la búsqueda bibliométrica fue en dos sentidos: 1) elegir herramientas conceptuales y metodológicas para la presente investigación y 2) contextualizar la investigación. La revisión de los trabajos permitió observar a la vinculación como todo ejercicio de producción, difusión y uso del conocimiento científico desde las universidades fuera del ámbito académico, que se puede abordar desde mecanismos intermediarios, capacidades de explotación y uso del conocimiento, así como a partir de las actividades de investigación, docencia y difusión. Las prácticas de vinculación a nivel micro se detectan a partir de referentes intermediarios para la producción y comercialización de innovaciones desde la universidad, estas incluyen: las políticas institucionales definidas por el perfil de las universidades, la presencia de las oficinas de transferencia tecnológica, la infraestructura para investigación y desarrollo, los incentivos para la generación tanto de patentes, como de empresas de base tecnológica y la implementación de herramientas para gestionar el conocimiento. Desde un nivel meso, la perspectiva espacial como los clústeres, parques tecnológicos y las ciudades de conocimiento

han sido un referente para estudiar las dinámicas de vinculación entre los diversos organismos que componen el ecosistema de innovación.

Las instituciones que investigan en torno a la vinculación universidad-industria son el ITESM, la UAM y la UNAM. La alta productividad del ITESM se puede explicar porque sus dinámicas relacionales abarcan desde parque tecnológicos hasta programas de emprendimiento dentro de la formación de sus alumnos. Los trabajos de la UNAM, entre otras líneas de investigación, también están ligados a la experiencia de proyectos vinculados, particularmente a los gestados dentro de la Coordinación de Innovación y Desarrollo. La UAM, por otro lado, parte desde modelos teóricos y sus investigaciones tiene base en el programa de posgrado de Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico.

Respecto a las herramientas metodológicas, tanto a nivel institucional como territorial, las investigaciones emplean evidencia empírica y teórica, ya sea de manera exploratoria a través de indicadores o de manera exhaustiva por medio de estudios de casos. Al tratarse de relaciones, en principio, circunscritas en marcos institucionales divergentes, las investigaciones en este campo integran aspectos culturales, políticos, económicos, jurídicos, etc., que generan un mejor entendimiento del fenómeno relacional. Es así que la vinculación plantea un problema transdisciplinario, que se presenta pertinente para el posgrado en donde esta investigación tiene lugar. Los esfuerzos por problematizar el fenómeno de la vinculación se presentan desde un entretendido disciplinar: la economía en términos de los procesos de innovación, seguida de la administración e ingeniería en términos de la gestión de los desarrollos tecnológicos, así mismo a partir de visiones de las ciencias políticas y sociales también se construyen herramientas tanto prácticas, como teóricas para entender y propiciar escenarios de colaboración universidad-industria.

La puerta falsa del emprendimiento vs el desarrollo de capacidades tecnológicas

En la sección sobre los canales de vinculación, se construyó un análisis del modelo de transferencia tecnológica del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) en el marco de un centro público de investigación y desde la perspectiva de redes globales de innovación.

Se identificaron las condiciones y eventos que contribuyeron a cimentar la relación universidad-empresa en base a resultados de colaboración tecnológica. Como condición necesaria, presentamos el modelo de transferencia a manera de unidad de negocio. Este modelo hace hincapié en la importancia de contar con los recursos—capital intelectual, estructural y relacional— dentro de las instituciones a fin de crear sinergias de producción y explotación de los conocimientos científicos y tecnológicos más allá de los campos académicos.

El capital estructural está dado por el respaldo institucional con que cuenta el grupo del CTS por parte del Cinvestav. El personal que labora en el CTS está contratado por el Cinvestav y tiene a su disposición el personal de apoyo para labores administrativas, así como también acceso a la infraestructura académica —espacios de trabajo, herramientas tecnológicas, laboratorios, grupos de expertos, base de datos—. La autonomía financiera y operacional para el contrato y desarrollo de los proyectos ha sido otro factor determinante para la consecución de objetivos fundacionales del CTS.

En términos de la ejecución de proyectos, el capital relacional radica en la formalización de proyectos bajo la figura de contrato por servicios. Lo cual contribuye a la generación de confianza y a la construcción de ambientes de certidumbre para los involucrados. Así mismo, esta certidumbre sobre los resultados de la operación encuentra explicación en el grupo comprometido de investigadores dentro de la academia y el grupo receptivo de empresarios.

En cuanto al capital intelectual, creemos que prácticas como las planteadas aquí, son ventanas para entrar a procesos de mayor valor agregado dentro de las redes globales de producción. Proponemos cambiar el discurso sobre si el conocimiento debe obedecer las culturas burocráticas, cívicas o económicas, a la propuesta de adopción de modalidades más eficaces para transferir conocimiento considerando por un lado el ámbito de aplicación, las modalidades de producción del conocimiento y las trayectorias tecnológicas, teniendo siempre presente que la vinculación es un proceso en construcción permanente.

En este sentido, a fin de contribuir a la construcción de procesos de vinculación en marcos de redes de innovación se deben genera prácticas inclusivas en el diseño e implementación de políticas públicas que consideren la heterogeneidad de los sectores productivos y los itinerarios y capacidades locales en marcos de redes globales de producción. En el caso que nos compete, el contexto de aplicación es la industria de alta tecnología y la modalidad de producción es el desarrollo tecnológico. El diseño electrónico es una actividad estratégica del proceso de innovación de este sector y se caracteriza por requerir gente altamente calificada, por ser una empresa limpia, por requerir poco espacio y al ser una actividad intensiva en conocimiento genera empleos bien remunerados.

Finalmente, creemos que, como países de la periferia, la colaboración con países del centro en procesos de innovación puede ser parte del proceso de aprendizaje para escalar a actividades de mayor valor agregado; prueba de ello son las derramas asociadas, como las capacidades tecnológicas y organizacionales acumuladas, así como el fomento y fortalecimiento de la industria doméstica a través de la generación de empresas de base tecnológica; para lo cual es condición necesaria el sustrato de capacidades en ciencia y tecnología, negamos que la cultura del emprendimiento sea suficiente para el crecimiento económico en cualquier sector.

Actividades de alto valor en redes globales, jóvenes y trabajo

Un factor de permanencia del clúster de alta tecnología de Guadalajara se puede explicar por la capacidad de reacción de los agentes del sistema de innovación —empresas, universidades, cámaras industriales, consejo de ciencia, asociaciones y centros de investigación— ante los vaivenes de estrategias empresariales y el cambio tecnológico característico del sector de alta tecnología.

Los actores involucrados en los *Programas de formación para el trabajo* comparten que la naturaleza de la oferta del capital humano se define bajo las lógicas de estructuras ocupacionales con altos niveles de educación.

Algunas investigaciones apuntan que las correlaciones entre la escolaridad y el trabajo, dependen tanto del nivel de estudios y trayectorias laborales, como de los espacios laborales y las regiones geográficas (Ibarrola, 2001). En este sentido quedan entendidas las implicaciones del cambio tecnológico en aglomeraciones productivas de alta tecnología, que obliga a escalar a procesos de mayor valor y consecuentemente a demandar capital intelectual altamente especializado.

Es de destacar que los programas, como el *PADTS* y el *Grupo de Homólogos*, contemplan el desarrollo de habilidades sociales, *soft skills*, como complemento indispensable del dominio cognitivo de los temas tecnológicos. Si bien las *soft skills* son elementos necesarios para el desarrollo profesional, su promoción circunscrita en el esfuerzo de vincular el mundo laboral y el formativo, también evidencia la ampliación de la educación a otras esferas de la vida más allá de las necesidades de la economía, (Teichler, 2009).

Los *Programas de formación para el trabajo* regionales del clúster aquí expuesto, se sustentan en la presencia de un sistema productivo, así como en el profundo conocimiento de la operatividad de éste y bajo los argumentos que Teichler caracteriza para detectar las oportunidades que se presentan en las prácticas de relacionar el mundo educativo y el laboral, se pueden resaltar dos cuestiones respecto a particularmente tres programas, *PADTS*, el *Grupo de Homólogos* y las *Materias Optativas*, en cuyo el diseñado curricular por cuenta del sector industrial —expertos del mercado laboral— cubre: 1) cuestiones de exclusión de paradigmas generalistas versus especialistas. 2) quedan medianamente resueltos aspectos de brechas temporales de planeación.

En México se han puesto en marcha políticas educativas federales para acoplar la formación de la población a los requerimientos del trabajo sin tener en cuenta la heterogeneidad y desigualdad que caracteriza el sistema económico nacional, (Ibarrola, 2014). Lo que contrasta con políticas regionales del CAT, que gestiona programas de formación sustentados en el conocimiento del aparato productivo. La creación de espacios como el CEAT, que además de contar con diseños curriculares dinámicos, bajo el principio de *aprender haciendo*, suma evidencia sobre la importancia de considerar la heterogeneidad de los sectores productivos para impulsarlas políticas legítimas de vinculación educación-trabajo. Aunque,

como se mencionó, sin ser trivial, crear espacios de formación para el trabajo es solo parte del proceso. Sostenemos que el diseño instruccional debe considerar los escenarios de aplicación desde y entre las interacciones de los actores involucrados. Negamos que la generación de empleos para jóvenes conlleve a elevar el bienestar social, para tal efecto, éstos deben estar asociados a actividades intensiva en conocimiento a fin de ser significativos y bien remunerados.

REFERENCIAS

- Alonso Martínez, D.; González Álvarez, N.; Nieto, M. (2015). La innovación social como motor de creación de empresas. *Universia Business Review*, 48-63.
- Ankrah, S.N., Burgess, T.F., Grimshaw, P. & Shaw, N.E. (2013) Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: What single-group studies of motives omit, *Technovation* 33: 50–65.
- Aparicio, J.; Lobato, R.; Boyer, D. (2008). Technical aid for hydraulics research in developing nations. *Environ Fluid Mech*, vol. 8, 461–469.
- Aristimuño, M., & Rodríguez Monroy, C. (2014). Responsabilidad social universitaria. Su gestión desde la perspectiva de directivos y docentes. Estudio de caso: Una pequeña universidad latinoamericana. *Interciencia*, 39(6), 375–382.
- Arvanitis, S., Kubli, U., & Woerter, M. (2008). University–industry knowledge and technology transfer in Switzerland: what university scientists think about co-operation with private enterprises. *Research Policy* 37: 1865–1883.
- Audretsch, D. B. & Feldman M. P. (1996). Association R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 86(3), 630-640.
- AUTM-Association of University Technology Managers, (2011). The Better World Project The USA.
- Azagra Caro, J. (2015). Acceso al conocimiento público universitario en España: patrones geográficos. *Revista española de Documentación Científica*, vol. 38(1).
- Baglieri, D. & Lorenzoni, G. (2014). Closing the distance between academia and market: experimentation and user entrepreneurial processes. *J Technol Transfer*, 39:52–74.
- Banal Estanol, A.; Jofre Bonet, M.; Lawson, C. (2015). The double-edged sword of industry collaboration: Evidence from engineering academics in the UK. *Research Policy*, vol. 44, 1160–1175.
- Bano, S. & Taylor, J. (2015) Universities and the knowledge-based economy: perceptions from a developing country, *Higher Education Research & Development*, 34(2), 242-255.
- Barnes, T., Pashby, I. & Gibbons, A. (2002) Effective University – Industry Interaction: A Multi-case Evaluation of Collaborative R&D Projects. *European Management Journal*, 20(3):272–285.
- Bercovitz, J.; Feldman, M. (2008). Academic Entrepreneurs: Organizational Change at the Individual Level. *Organization Science*, 19(1):69-89.
- Bernal, J. D. (1939). *The Social Function of Science* Paperback.
- Bernal-Sahagún, V. & Olmedo-Carranza, B. (1986) *Inversión Extranjera Directa e Industrialización en México*. México, D.F. UNAM, 1986.
- Boardman, C. & Ponomariov, B. (2014). Management knowledge and the organization of team science in university research centers. *J Technol Transf*, 39:75–92.
- Bodas-Freitas, M. I., Marques, R. A. & de Paula e Silva, E. M. (2008). University-Industry Collaboration and the Development of High-Technology Sectors in Brazil. IV Globelics Conference, Mexico City.
- Bracamonte Sierra, Á., & Contreras, O. F. (2008). Redes globales de producción y proveedores locales: los empresarios sonorenses frente a la expansión de la industria automotriz. *Estudios Fronterizos*, 9(18), 161–194.
- Brostow, W; Celinski, O. (1978). Evaluation Variables in Personalized Teaching and Sharing of Records with Students. *IEEE Transactions on Education.*, vol. 21(4), 236-240.
- Cabrero, E., Cárdenas, S., Arellano, D., & Ramírez, E. (2011). La vinculación entre la universidad y la industria en México: Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de

- Vinculación. Perfiles Educativos, XXXIII, 186–199. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982011000500016&script=sci_arttext
- Cai, Y. (2014). Implementing the Triple Helix model in a non-Western context: an institutional logics perspective. *Triple Helix*, 1(1).
- Calderón Martínez, M. G.; García Quevedo, J. (2013). Knowledge transfer and university patents in Mexico. *Academia, Revista Latinoamericana de Administración*, vol. 26(1), 33-60.
- Cantú, F. J.; Bustani, A.; Molina, A.; Moreira, H. (2009). A knowledge-based development model: the research chair strategy. *Journal of Knowledge Management*, vol. 13(1), 154 – 170.
- Carayannis, E. G.; Rogers, E. M.; Kurihara, K.; Allbritton, M. M. (1998). High-Technology spin-offs from government R&D laboratories and research universities. *Technovation*, vol. 18(1), 1–11.
- Cardenas, C. R. (1999). The ITESM's Virtual University and the educational models for the 21st century. *Space and the Global Village: Tele-Services for the 21st Century*.
- Cárdenas, S.; Cabrero, E.; Arellano, D. (2012). La difícil vinculación universidad-empresa en México: ¿Hacia la construcción de la triple hélice? *CIDE Coyuntura y Ensayo*.
- Carrillo, F. J. (2004). Capital cities: a taxonomy of capital accounts for knowledge cities. *Journal of Knowledge Management*, vol. 8(5), 28-46.
- Carrillo, J & Lara, A. (2004) Nuevas capacidades de coordinación centralizada. ¿Maquiladoras de cuarta generación en México? *Estudios Sociológicos*, 22(3): 647-667.
- Carrillo, J. & Partida, R. (coordinadores). (2004). *La Industria Maquiladora Mexicana. Aprendizaje Tecnológico, Impacto Regional y Entornos Institucionales*, COLEF-UDG, México.
- Casalet, M; Casas, R. (1998). Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad-Empresa. *Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*.
- Casas, R.; de Gortari, R.; Santos, M. J. (2000). The Building of Knowledge Spaces in Mexico: a regional approach to networking. *Research Policy*, vol. 29, 225-241.
- Casas, R.; Dettmer, J. (2003). Hacia la definición de un paradigma para las Políticas de Ciencia y Tecnología en el México del siglo XXI en Santos, M. J. (Coord.). (2003). *Perspectivas y desafíos de la Educación, Ciencia y Tecnología*, Colección México: Escenarios del nuevo siglo, IIS-UNAM, pp. 139-196.
- Castell, M. (2000). Globalización, sociedad y política en la era de la Información. *Bitacora* vol. 4(1), 42-53.
- Caves, R. E. (1974). Multinational Firms, Competition, and Productivity in Host-Country Markets. *Economica*, 41, 176 – 193. <http://doi.org/10.2307/2553765>
- Chesbrough, H. (2003) The era of Open Innovation MIT. *Sloan Management Review*, vol. (44) 3, 35-41.
- Christensen, J. F., Olesen, M. H. & Kjaer, J. S. (2005). The industrial dynamics of Open Innovation—Evidence from the transformation of consumer electronics. *Policy Research*, 34 (2005) 1533–1549.
- Cinvestav. (2006). Anuario Cinvestav. Retrieved from <http://www.cinvestav.mx/es-mx/difusion/anuarios.aspx>
- Clark, B. (1998). The entrepreneurial university: Demand and response. *Tertiary Education and Management*, 4(1): 15-16.
- Contreras Nuño, J. G.; Jiménez Álvarez, D.; Pichardo Corpus, J. A. (2015). Mario Molina y la saga del ozono: ejemplo de vinculación ciencia-sociedad. *Andamios. Revista de Investigación Social*, vol. 12(29), 15-32.

- Corona Treviño, L. (2012). Patenting in the UNAM's Research Centers Considering its Knowledge Profile. *Proceedings of PICMET: Technology Management for Emerging Technologies*, pp. 1777-1789.
- Corona Treviño, L. (2015). Patenting in the University and Public Research Centers Considering Their Knowledge Profiles. *International Journal of Innovation and Technology Management*, vol. 12(3), 1-25.
- D'Este, P. & Patel, P. (2007). University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? *Research Policy* 36, 1295–1313.
- De Fuentes, C.; Dutrénit, G. (2012). Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. *Research Policy*, 41:, 1666– 1682.
- De Ibarrola, María et al. (Eds.). (2002). *El Cinvestav: Trayectoria de sus Departamentos, Secciones y Unidades, 1961-2001*. México, D.F. Cinvestav.
- De los Dolores González, M.; Husted, Bryan W. (2011). Gender, human capital, and opportunity identification in Mexico. *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 3(3), 236 – 253.
- Díaz Pérez, C; Aboites Aguilar, J. (2013). Institutional and Organizational Factors Associated to Academic Patenting in a Mexican University: Teams' Trajectories, Networks and Performance. *Proceedings of PICMET: Technology Management for Emerging Technologies*, pp. 1032-1043.
- Draghici, A.; Calin Florin, B; Maria Luminita, G.; Larisa Victoria, I. (2015). Knowledge Management Approach for the University-Industry collaboration in Open Innovation. *Procedia Economics and Finance*, vol. 23, 23 – 32
- Dussel, E. (1999). La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa. Retrieved from <http://dusselpeters.com/01.pdf>
- Dussel, E., Palacios, J. J., & Woo, G. (Eds.). (2003). *La industria electrónica en Jalisco y México. Problemática, Perspectivas y Propuestas*. Universidad de Guadalajara.
- Dutrénit, G. & Arza, V. (2010). Channels and benefits of interactions between public research organisations and industry: comparing four Latin American countries. *Science and Public Policy* 37(7):541–553.
- Dutrenit, G.; De Fuentes, C; Torres, A. (2010). Channels of interaction between public research organisations and industry and their benefits: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 37(7), 513–526.
- Ernst, D. (2002). Global production networks and the changing geography of innovation systems. Implications for developing countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 00(0): 497-523.
- Ernst, D. (2009). *A New Geography of Knowledge in the Electronics Industry? Asia's role in Global Innovation Networks*. Policy Studies, 54. Honolulu, Hawai. East-West Center.
- Espíritu Olmos, R; Sastre Castillo, M. A. (2015). Personality traits versus work values: Comparing psychological theories on entrepreneurial intention. *Journal of Business Research*, 68, 1595–1598.
- Estrada Iguíniz, M., & Labazée, P. (2004). *Producciones locales y globalización en los países emergentes: México, India y Brasil*. México: Centro de Investigaciones y Estudios, CIESAS.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (Editors), (1997). *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. Cassell Academic, London.

- Etzkowitz, H; Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, vol. 29 (2), 109-123.
- Fleming, L; Sorenson, O. (2004). Science as a Map in Technological Search. *Strategic Management Journal*, 25, 909–928.
- Flores Crespo, P. (2009). Trayectoria del modelo de Universidades Tecnológicas en México (1991-2009). Cuadernos de Trabajo de la Dirección General de Evaluación Institucional (Vol. 1). Retrieved from <http://www.dgei.unam.mx/cuaderno3.pdf>
- Franzak, F. J.; Arechavala Vargas, R.; Wood, V. R. (2010). University Spinoffs as Vehicles for Economic Development: Implementing the Changing Role of the Institution. . *Proceedings of PICMET: Technology Management for Global Economic Growth*.
- Gibbons, M. (1994). Transfer sciences: management of distributed knowledge production. *Empirica*, 21(3), 259-270.
- Gibbons, Michael; Limoges, Camille; Nowotny, Helga; Schwartzman, Simon; Scott, Peter; Trow, Martin. (1994). The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: Sage. Zwoloni
- Gil, J. L., & Solís, A. (2012). Derramas tecnológicas por la movilidad de empleados de multinacionales: estrategias de capacitación de la industria maquiladora de exportación. *Interciencia*, 37(9), 664–670.
- Grimaldi, R., Kenney, M., Siegel, D., & Wright, M. (2011). 30 years after Bayh–Dole: Reassessing academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1045– 1057.
- Guadarrama-Atrizco, V. H. (2010). El papel de la región en el sistema sectorial de innovación. In Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad (pp. 1–25).
- Gulbrandsen, M. & Rasmussen, E. (2012). The use and development of indicators for the commercialisation of university research in a national support programme. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24 (5), 481-49.
- Gutiérrez Serrano, N. G. (2004). La vinculación en el ámbito científico-tecnológico de México. Instituciones de Educación Superior en interacción con distintos actores. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, vol. 34.
- Gutiérrez-Serrano, N. G. (2004). La vinculación en el ámbito científico-tecnológico de México. Instituciones de Educación Superior en interacción con distintos actores. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 34 (2): 47-94.
- Hall, B. H., Link, A. N. & Scott, J. T. (2001). Barriers inhibiting industry from partnering with universities: evidence from the Advanced Technology Program, *Journal of Technology Transfer* 22:87-98.
- Hallam, C. R. A.; Zanella, G.; Dorantes, A; Cardenas, C. (2005) Entrepreneurial Self-Efficacy and Temporal Construal Effects in Identifying Nascent Technology Entrepreneurs. *Proceedings of PICMET: Management of the Technology Age*.
- HEFSE, 2015 [<http://www.hefce.ac.uk/kess/hebci/>].
- Hermans J; Castiaux, A. (2007). Knowledge Creation through University-Industry Collaborative Research Projects. *The Electronic Journal of Knowledge Management*, 5(1): 43-54.
- Hernandez Sanchez, D; Leyva-Montiel, J. L.; Perez Angon, M. A. (2016). University-Industry Collaborations: A successful case in the electronics and software design area in Mexico. *Interciencia*. (En Revisión).
- Hewitt-Dundas, N. (2013). The role of proximity in university-business cooperation for innovation. *J Technol Transf*, 38, 93–115.

- Horta, H.; Veloso, F. M.; Grediaga, R. (2010). Navel Gazing: Academic Inbreeding and Scientific Productivity. *Management Science*, vol. 56 (3), 414-429.
- Huesca Rynoso, L., Castro Lugo, D., & Rodríguez, R. E. (2014). Clusters y desarrollo territorial. Revisión teórica y desafíos metodológicos para América Latina. *Economía, Sociedad Y Territorio*, XIII(34), 749–779. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11124810002>
- Ibarrola, M. de. (2001). Los cambios estructurales y las políticas de capacitación y formación para el trabajo en México. Un análisis de la expresión local de políticas nacionales. In *Los jóvenes y el trabajo: la educación frente a la exclusión social* (pp. 219–249). Universidad Iberoamericana, IMJ, UNICEF, Cinterfor-OIT, RET y CONALEP.
- Ibarrola, M. de. (2014). Repensando las relaciones entre la educación y el trabajo: Cuadernos Cedex, 34(94), 367–383.
- IMPI (2014). www.impi.gob.mx/prensa/ComunicadosPrensa/IMPI_026_2014.pdf
- Innovation: evidence from the transformation of consumer electronics. *Research Policy*, 34:1533–1549.
- Isenberg, D. (2010). *How to Start an Entrepreneurial Revolution*. Harvard Business Review
- Jiménez Márquez, A. (2011). La relación entre educación superior y mercado de trabajo en México. *Perfiles Educativos*, 33(Especial), 169–185.
- Kneller R, Mongeon M, Cope J, Garner C, Ternouth P (2014) Industry-University Collaborations in Canada, Japan, the UK and USA – With Emphasis on Publication Freedom and Managing the Intellectual Property Lock-Up Problem. *PLoS ONE* 9(3): e90302.
- L.R. Vega-González, L R. & Saniger Blesa, J.M. (2010). Valuation Methodology for Technology Developed at Academic R&D Groups. *Journal of Applied Research and Technology*. 8(1): 26-43.
- Ley 1014 de 2006(enero 26) De fomento a la cultura del emprendimiento. www.oei.es/etp/ley_fomento_cultura_emprendedora_colombia.pdf
- López Martínez, R. E.; Medellín, E.; Scanlon, A. P. (1994). Motivations and Obstacles to University-Industry Cooperation (UIC): A Mexican Case. *R & D Management*, vol. 24(1),17-31.
- Lorey, D. E. (1997). Graduados Universitarios y Empleo en Jalisco desde 1950. *Revista de La Educación Superior*, 103, 1–15. Retrieved from http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista103_S2A1ES.pdf
- Lowe, R. A.; Gonzalez Brambila, C. (2007). Faculty Entrepreneurs and Research Productivity. *Journal of Technology Transfer*, vol. 32, 173–194.
- Lundvall, B. A. (2004). The Economics of Knowledge and Learning, en Jesper L. Christensen, Bengt-Ake Lundvall, editors, *Product Innovation, Interactive Learning and Economic Performance*. Research on Technological Innovation, *Management and Policy*, vol. 8, 21 - 42.
- Lundvall, B. A. ; Johnson, B.; Andersen, E. S.; Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. In *Innovation Systems , Research Policy*, vol. 31(2), 213-231.
- Luque Martínez, T. (2015). Actividad investigadora y contexto económico. El caso de las universidades públicas españolas. *Revista española de Documentación Científica*, vol. 38(1).
- Marin, A., & Wellman, B. (2010). Social Network Analysis: An Introduction. In P. Carrington & J. Scott (Eds.), *Handbook of Social Network Analysis* (pp. 1689–1699). London: Sage. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Markman G, Siegel D, Wright M (2008) Research and Technology Commercialization. *Journal of Management Studies* 45(8):1401-1423.
- Mei Hsiu-Ching Ho, John S. Liu • Wen-Min Lu & Chien-Cheng Huang. (2014). A new perspective to explore the technology transfer efficiencies in US universities. *J Technology Transfer*, 39:247–275.
- Mercado, A., & Planas, J. (2005). Evolución del nivel de estudios de la oferta de trabajo en México. Una comparación con la Unión Europea. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 10(25), 315–344.
- Millán Quintero, G.; Meza Rodríguez, N. I. (2015). Los miembros del sistema nacional de investigadores mexicano: un acercamiento desde la producción de patentes 2003-2012. *Interciencia*, vol. 40(12).
- Mittelstädt, A.; F. Cerri (2008). Fostering Entrepreneurship for Innovation. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2008/05, OECD.
- Molas Gallart, J.; Salter, A.; Patel, P.; Scott, A.; Duran, Xavier. (2002). *Measuring Third Stream Activities*. Final Report to the Russell Group of Universities, SPRU, University of Sussex.
- Molina, A.; Aguirre, J.M.; Breceda, M.; Cambero, C. (2011). Technology parks and knowledge-based development in Mexico: Tecnológico de Monterrey CIT 2 experience. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, vol. 13(2).
- Molina, A.; Romero, D. (2013). (University) Technology Parks Toolkit: knowledge transfer and innovation. The Tecnológico de Monterrey experience. *Proceedings International Technology Management Conference & 19th ICE Conference (ITMC)*. IEEE.
- Mowery, D.C. (1998). Collaborative R&D: how effective is it? *Issues in Science and Technology* 15, 37–44.
- Muñoz Izquierdo, C. (2006). Determinantes de la empleabilidad de los jóvenes universitarios y alternativas para promoverla. *Papeles de Población*, 12(49), 75–89. Retrieved from <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=11204903>
- Necoechea-Mondragón, H., Pineda-Domínguez, D. & Soto-Flores, R. (2013). A Conceptual Model of Technology Transfer for Public Universities in Mexico. *J. Technol. Manag. Innov.*, 8(4): 24-35.
- Neme Calacich, S. (2012). University, Business and Government at the Competitiveness of SMEs in Tabasco: Case of Corn Tortilla, as part of the Knowledge Society. *7th International Forum on Knowledge Asset Dynamics and 5th Knowledge Cities World Summit: Knowledge, Innovation and Sustainability: Integrating Micro & Macro Perspectives*.
- Nezu, Risaburo. (2007). Technology Transfer, Intellectual Property and Effective University-Industry partnerships. The Experience of China, India, Japan, Philippines, the Republic of Korea, Singapore and Thailand. WIPO
- OCDE. (2007). Competitive Regional Clusters. National Policy Approaches.
- Olavarrieta Trevino, G.; Carrillo Gamboa, F.J. (2014). Intelligence capital: a capability maturity model for a software development centre. *Knowledge Management Research & Practice*, vol. 12(3): 289-96.
- Olivé, L. (2008). Innovación y cultura científico-tecnológica: desafíos de la sociedad del conocimiento. En *Ciencia, tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*. Valenti Nigrini, G., coordinadora. Flacso, México.
- Ordóñez, Sergio; Dabat, Alejandro y Rivera Ríos, Miguel A. (2005): La reestructuración del clúster electrónico de Guadalajara (México) y el nuevo aprendizaje tecnológico. *Problemas del Desarrollo*, 36 (143). pp. 89-111. ISSN 0301-7036

- Ordóñez de la Cruz, F. G. (2014). Modelo Vinculado Con La Industria Para La Formación De Posgraduados en Ingeniería : El Caso del PICYT. *Revista Educación En Ingeniería*, 9(17), 77–85.
- Padilla Pérez, R. (2008). A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: The electronics industry in two Mexican regions. *Research Policy*, 37(5), 849–860. <http://doi.org/10.1016/j.respol.2008.03.003>
- Palacios Lara, J. (2008). Alianzas público-privadas y escalamiento industrial-El caso del complejo de alta tecnología de Jalisco, México. CEPAL.
- Parker, R & Hine, D. (2014). The Role of Knowledge Intermediaries in Developing Firm Learning Capabilities. *European Planning Studies*, 22(5): 1048-1061.
- Paus, E. A., & Gallagher, K. P. (2008). Missing links: Foreign investment and industrial development in Costa Rica and Mexico. *Studies in Comparative International Development*, 43(1), 53–80. <http://doi.org/10.1007/s12116-007-9016-2>
- Pérez Angón, M. Á. (2014). Atlas de la Ciencia Mexicana. Retrieved from <http://atlasdelacienciamexicana.org/>
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Brostrom, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., Kitson, M., Llerena, P., Lissoni, F., Salter, A. & Sobrero, M. (2012). Academic engagement and commercialization: a review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, (42) 2: 423–442.
- Perkmann, M., Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: towards are search agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4): 259–280.
- Plaz, R. (2003) Gestión del conocimiento: una visión integradora del aprendizaje organizacional. *MadrI+D*, 18.
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*.
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, vol. 76(6), 77-90.
- Porter, M. E. (2003). The Economic Performance of Regions. *Regional Studies*, vol. 37(67), 549–578.
- Powell, W. W.; Snellman, K. (2004). The Knowledge Economy. *Annu. Rev. Sociol.*, vol. 30, 199–220
- Rivera Ríos, Miguel Ángel, Chapman Ríos, María Guadalupe, Sánchez Carbajal, Lila Ilianova, & Polanco Piñeros, Rosalba. (2014). Redes de producción y dinámica territorial en Guadalajara. *Economía UNAM*, 11(32), 77-101. Recuperado en 15 de agosto de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2014000200005&lng=es&tlng=es.
- Rivera Vargas, M. I. (2006). The foreign factor within the Triple Helix Model: Interactions of national and internacional innovation systems, technology transfer and implications for the region: The case of electronics cluster in Guadalajara, Jalisco, México. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(4), 10–21. <http://doi.org/10-21>
- Rivera Vargas, M. I. (2011). Theory and Practice of the Triple Helix System in Developing Countries: Issues and Challenges. In M. Saad & G. Zawdie (Eds.). *Routledge Studies in Innovation, Organization and Technology*.
- Rivera, A.; Flores, R.; Rocha, J. (2009). Virtual community of practice: a special network of knowledge creation and sharing between individuals and groups. *Proceedings of the 10th European Conference on Knowledge Management*.
- Roberts, EB; Malone, DE. (1996). Policies and structures for spinning off new companies from research and development organizations. *R & D Management*, vol. 26(1), 17-48.

- Robles-Belmont, E. & Vinck, D. (2012). Organismos filantrópicos y no gubernamentales en el desarrollo de nuevas ciencias y tecnologías: el caso de las micro y nanotecnologías en México. *Revista Tecnología e Sociedade*, 2: 1984-3526 45.
- Rodríguez Miramontes, J; Gonzalez Brambila, C. (2016). The effects of external collaboration on research output in engineering. *Scientometric*, (por publicarse).
- Rodríguez Solera, C. R. (2006). La vigencia de la educación como mecanismo de movilidad social en la sociedad del conocimiento. *Revista Regional de Investigación Educativa*, 3(3), 66–80.
- Röttmer, N. (2011). *Innovation Performance and Clusters. A Dynamic Capability Perspective on Regional Technology Clusters*. Gabler.
- Sábato, J. y Botana, N. (1975). La ciencia y la tecnología en desarrollo futuro de América Latina. En Sábato, J., editor. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Paidós, Argentina.
- Salas Durazo, I. A., & Murillo Gracia, F. (2013). Los profesionistas universitarios y el mercado laboral mexicano: convergencias y asimetrías. *Revista de La Educación Superior*, 42(165), 63–81. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60428314004>
- Sánchez Daza, G.; Osorio Moranchel, H. (2009). University research in the global environment, the challenges of the science and technology policies in Latin America, 1990-2007. *Atlanta Conference on Science and Innovation Policy*.
- Santamaría, L., Nieto, M. J. & Barge-Gil, A. (2009). Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low- and medium-technology industries. *Research Policy* 38, 507–517.
- Santoro, M.D. & Gopalakrishnan, S. (2000). The institutionalization of knowledge transfer activities within industry–university collaborative ventures. *J. Eng. Technol. Manage.* 17: 299–319.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economics Review*. <http://doi.org/10.2307/1238690>
- Seppo, M. & Lilles, A. (2012). Indicators Measuring University-Industry Cooperation. *Discussions on Estonian Economic Policy*, 20(1), 204-225.
- Shapira, P. & Youtie, J. (2010). *The Innovation System and Innovation Policy in the United States. Competing for Global Innovation Leadership: Innovation Systems and Policies in the USA, EU and Asia*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 5-29.
- Sheremetov, L.; Romero Salcedo, M. (2003). Telecommunication technologies applied in the Virtual Corporate University Project at the Mexican Petroleum Institute. *Proceedings of 10th International Conference on Telecommunication*, vol. 2, 1693-700.
- Siegel, D.; Waldman, D.; Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, vol. 32, 27–48.
- Smelser, N. J. (2002). “On Comparative Analysis, Interdisciplinarity and Internationalization in Sociology”. XV International Congress, Brisbane, Australia.
- Solleiro, J. L.; Castañón, R.; Herrera, A.; Montiel, M. (2007). A Comparative Analysis of Innovation Policy in Mexico, Spain, Chile and Korea. *Proceedings of PICMET: Management of Converging Technologies*, pp. 392-400.
- Solleiro, J. L.; Terán, A. (2013). *Buenas prácticas de Gestión de la Innovación en Centros de Investigación Tecnológica*. Instituto de Investigaciones Electricas y UNAM, México, DF.
- Spann, M. S., Adams M. & Souder W. E. (1995). Measures of Technology Transfer Effectiveness: Key Dimensions and Differences in Their Use by Sponsors, Developers and Adopters. *IEEE, Transactions on Engineering Management*, 42(1), 19-29.

- Stehr, N. (1998). The university in knowledge societies. *Social Epistemology*, vol. 12(1), 33-42.
- STPS, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Banco de Buenas Prácticas Vinculación Educación – Empresa, [online]. 2008. [Consulting date: December 2, 2011]. Available in in < http://buenaspracticas.stps.gob.mx/buenaspracticas/pdf/2_PVUE08-82.pdf>.
- Teichler, U. (2009). Higher Education and the World of Work. Conceptual Frameworks, Comparative Perspectives, Empirical Findings. (P. G. Altbach, Ed.), Global Perspective on Higher Education. Kassel, Germany: Sense Publishers Rotterdam Taipei.
- Torres, A., Dutrénit, G., Sampedro, J. L., & Becerra, N. (2011). What are the factors driving university–industry linkages in latecomer firms: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 38(1), 31–42. <http://doi.org/10.3152/030234211X12924093660390>
- Treibich, T., Konrad, K. & Truffer, B. (2013) A dynamic view on interactions between academic spin-offs and their parent organizations. *Technovation* 33:450–462.
- UdG. (2014a). Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Retrieved from <http://www.cucei.udg.mx>
- UdG. (2014b). Informe de Actividades del Centro de Ciencias Exactas e Ingeniería. Retrieved April 2, 2014, from <http://www.cucei.udg.mx/nuestro-centro/rectoria-del-centro>
- UNESCO, (2005). Hacia las sociedades del conocimiento.
- Valmaseda Andia, O.; Albizu Gallasteg, E.; Fernández Esquinas, M.; Fernández de Lucio, I. (2015). La relación entre las empresas españolas y el CSIC: motivaciones, mecanismos y beneficios desde la perspectiva empresarial. *Revista española de Documentación Científica*, vol. 38(4).
- Van de Vrande, V., Jong, J. P. J., Vanhaverbeke, W. & Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29:423–437.
- Van Hemert, P., Nijkamp, P. & Masurel, E. (2013). From innovation to commercialization through networks and agglomerations: analysis of sources of innovation, innovation capabilities and performance of Dutch SMEs. *Ann Reg Sci*, 50, 425–452.
- Vega González, L.R.; Qureshi, N.; Kolokoltsev, O.V.; Ortega Martínez, R.; Saniger Blesa, J.M. (2010). Technology valuation of a scanning probe microscope developed at a university in a developing country. *Technovation*, vol. 30, 533–539.
- Villasana, M. (2011). Fostering university–industry interactions under a triple helix model: the case of Nuevo Leon, Mexico. *Science and Public Policy*, 38(1): 43–53.
- Villasana, M. (2012). University-industry interactions in biotechnology: implications for the development of a high-tech cluster. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, vol. 9(4).
- Waissbluth, M; Cadena, G; Solleiro, J. L. (1988). Linking University and Industry - An Organizational Experience in Mexico. *Research Policy*, vol. 17(6), 341-347.
- Westhead, P.; Batstone, S.. (1998). Independent Technology-based Firms: The Perceived Benefits of a Science Park Location. *Urban Studies*, vol. 35(12), 2197-2219.
- Wright, M. (2014). Academic entrepreneurship, technology transfer and society: where next? *J Technol Transf*, 39: 322–334.
- Zhou, P; Tijssen, R; Leydesdorff, L. (2016). University-industry collaboration in China and the USA-A bibliometric comparison. *Plos One* (por publicarse).

ANEXOS

ANEXO A. LISTA DE ENTREVISTAS

Fecha	Nombre	Organización
25/09/2013	Miguel Mesmer	HP
25/09/2013	Dr Francisco Medina	COECYTJAL
26/09/2013	Jorge Vázquez	CONTINENTAL
26/09/2013	Dr José Luis Leyva M	CINVESTAV-CTS
27/09/2013	Jorge Armando Gamboa O	CINVESTAV-CTS
14/05/2014	Gabriel Gutiérrez	XALTEK
15/05/2014	Raúl Gómez Zepeda	GOPAC SI
16/05/2014	Ernesto Sánchez Proal	ENERI
19/05/2014	Jesús Palomino E	INTEL
20/05/2014	Federico Lepe	CANIETI; CADELEC; Am_Chamb; S Promoción económica
21/05/2014	Braulio Laveaga	IBM; CANIETI; AM_CHAMB
26/05/2014	Eugenio Godard	IBM
25/06/2014	Jacobo González Torres	IJALTI
07/07/2014	Eduardo Lafaire	Guadalajara Industrial Park
15/07/2014	Dr. Pablo Moreno V	CINVESTAV
15/07/2014	Dr Ramón Parra Michel	CINVESTAV
17/07/2014	Julio Acevedo	HP
17/07/2014	Dr Juan M Ramírez A	CINVESTAV
18/07/2014	Luis Dávalos	IJALTI
22/07/2014	Fernando Baños Francia	Embajada de Canadá
24/07/2014	Margarita Solís	IJALTI

ANEXO B. UNIVERSITY-INDUSTRY COLLABORATIONS: A SUCCESSFUL CASE IN THE ELECTRONICS AND SOFTWARE DESIGN AREA IN MEXICO

Deyanira Hernandez-Sanchez* , Jose Luis Leyva-Montiel , Miguel Angel Perez-Angon*****

*Graduated in the PhD Program on Science, Technology and Society, Cinvestav-IPN, Apartado Postal 14-740, 07000 México, D.F., México. e-mail: dehernandez@cinvestav.mx

**PhD in Automatic Control, ECN, France. Full professor at Centro de Tecnología de Semiconductores, Cinvestav-IPN, México, Zapopan. e-mail: luis.leyva@cinvestav.mx

***PhD in Physics, Cinvestav-IPN, México. Full professor at Physics Department, Cinvestav-IPN, México, D.F. e-mail: mperez@fis.cinvestav.mx

Enviado a Interciencia (02/11/2015) ID: 5758

SUMMARY

We analyze the project environment and execution flow of some successful collaboration implemented by a Mexican research institute, Center of Technology of Semiconductors (CTS) of Cinvestav-IPN at the Metropolitan Area of Guadalajara (MAG), with local and transnational firms in the area of electronics and software design. This case-study is built from field and documentary evidence, interviews with key actors within firms located at MAG, assesses the importance of having a world-class R&D group as a required condition to build bi-directional channels for conducting joint research and development projects with a high-technology industry. In particular, we show that collaborative research projects are the main linkages developed by CTS with an appreciable influence in the creation of a new industry sector that has contributed substantially to the domestic gross product of MAG.

KEY WORDS: university- industry collaborations, academic entrepreneurship, innovative companies, high-tech industry.

RESUMEN

Se analizan el flujo de ejecución y entorno de los proyectos exitosos de colaboración instrumentados por un instituto mexicano de investigación, el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) del Cinvestav-IPN, ubicado en la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara (ZMG) en el estado de Jalisco. Estos proyectos fueron realizados en colaboración con compañías locales y transnacionales en el área de la electrónica y el diseño de software. Este estudio de caso basado en entrevistas a varios líderes de empresas ubicadas en ZMG, enfatiza la importancia de contar con un grupo de clase mundial en I&D como una condición necesaria para construir canales bidireccionales en la concertación de proyectos conjuntos de investigación y desarrollo con industrias de alta tecnología. En particular, demostramos que los principales enlaces desarrollados por el CTS son proyectos de colaboración bajo demanda y que han tenido un influencia importante en el producto interno bruto de la ZMG.

PALABRAS CLAVE: colaboraciones universidad-empresa, emprendimiento académico, industria de alta tecnología y electrónica.

1. Introduction

The main role of universities has been to educate students for the labor market and thus it is considered as its primary connection with society. Basic research has been added to their teaching activities, which usually involves public investment, and the publication of specific channels of diffusion (Laredo, 2007). In recent times, the links among industry and universities were conceived in order to develop and commercialize the fruits of academic research (Gibbons et al., 1994; Etzkowitz and Leydesdorff, 1997). International experience suggests that technology transfer from universities to industry has been formalized through government policies, specific legislation, tax incentives, venture capital to initiate start-ups or spin-offs, and the creation of technological parks, business incubators and accelerators (Markman, 2008; Friesike et al., 2015; Watkins et al., 2015; Iacono and Nagano 2014).

The university-industry collaboration has been studied from the perspective of university researchers and administrators (Arvanitis et al., 2008; Ankrah et al., 2013) and also from the perspective of industry (Hall et al., 2011; Ho et al., 2014; Kneller et al., 2014). In peripheral countries studies have described the university-industry, proposing conceptual and methodological models of technology transfer and entrepreneurial skills from the university (Casas, et al., 2000; Gutierrez, 2004; Vega & Saniger 2010; Villasana, 2011; Necoechea et al. 2013; Tonelli and Zambalde 2015).

We examine a successful model implemented in Mexico in order to collaborate with the electronics industry established in the metropolitan area of Guadalajara (MAG) in the state of Jalisco: the Center of Technology in Semiconductors of Cinvestav-IPN (CTS). Cinvestav-IPN (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional) was created in 1961 as a public research center and nowadays has 28 research departments distributed in 9 campi throughout Mexico (De Ibarrola et al., 2002). Cinvestav-IPN groups carry out research in Exact and Natural Sciences, Life Sciences and Health, Technology and Engineering, Social Sciences and Humanities. However, in contrast to Cinvestav's practices, CTS was created in 1988 as a technology transfer center rather than an academic scientific unit (De Ibarrola et al., 2002). CTS was founded as a joint project of IBM, the Ministry of Economy and Cinvestav with a main goal: to provide services to the MAG electronics industry in the areas of design and development of digital integral circuits. MAG was conceived as a space where companies could be competitive given certain regional factors: cheap labor, industrial parks, transport infrastructure and relative proximity to the USA market (Partida, 1996; Dussel, 1999; Gallagher and Zarsky, 2007). Technology transfer through foreign direct investment has been studied for MAG and Tijuana, another Mexican region with a large cluster of electronics industries and located in the state of Baja California (Rivera, 2006; Padilla, 2008). In particular, it was found that higher local capabilities, associated to the research groups in universities and research centers, in Jalisco have been crucial to attract more complex types of technology projects.

In the present report we analyze the collaborative model adopted by Cinvestav at CTS, its project environment and execution flow. We develop an exploratory analysis of the different linkages performed by CTS with the MAG electronics industry. This case-study analysis of

interviews with local MAG companies shows that collaborative research projects are the most important linkages developed by the CTS researchers in MAG. We will present empirical evidence that characterizes the efficiency of the CTS collaborative model. Other CTS mechanisms of collaboration with the MAG industry involves licensing, business development and training to meet the needs of MAG firms. There are other universities located in the MAG (Universidad de Guadalajara, Universidad Autonoma de Guadalajara, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey), but all of them have mostly linkages with the MAG industry related to training specialized personnel (Dussel, 1999).

The plan of the paper is as follows: in section 2, we present the methodology used in our analysis, the CTS collaborative model is presented in section 3, its project execution and flow is analyzed in section 4, while the impact of CTS national and international linkages is depicted in section 5. Finally, our conclusions are included in section 6. Among this report, the term "university" is used indistinctly to enclose universities and research centers as CTS.

2. Methods

We had access to the historic files of the collaborative projects of CTS with the electronics firms located in the MAG and in some cases with the parent plants of transnational corporations. With this information we selected the most important linkages developed in collaboration with CTS.

A series of interviews were performed to various senior officials of electronics firms located at MAG. They were responsible for the research management of their corporations. We requested the interviewees to describe the most important interactions each had with CTS. We were interested in the origin of the knowledge transfer in the process and the impact obtained on the firm value chain. The university-industry projects data according to the nationality of the company are depicted in Figure 1 and Table I.

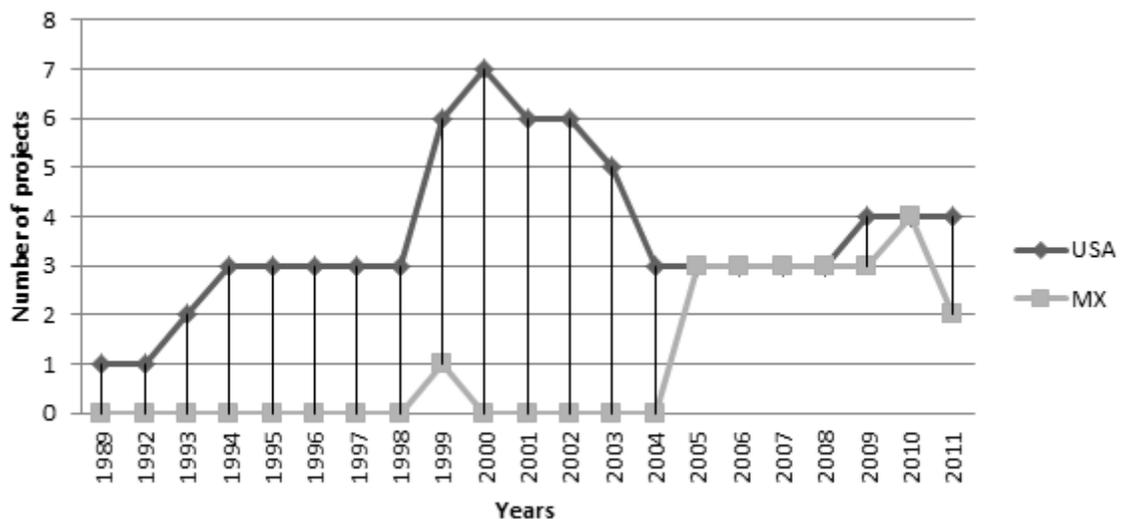


Figure 1. Evolution university-industry projects developed by CTS with USA AND Mexican firms (1989 2011).

We identify four companies with whom CTS has maintained sustained relationships: IBM, HP, AT & T and ITEL. The CTS design services offered design of application specific integrated circuits (ASICs), system design, design of printed circuit boards (PCB), consulting and writing code for processors. Generally all projects integrate services. Due to the secrecy of the project there are no documented details.

YEARS	FIRMS	TYPE OF INTERACTION	HIGHLIGHTS
Major companies by temporality and technological complexity of projects that CTS has collaborated			
1989-95 & 2009-11	IBM	Telecommunication integrated circuit devices; digital electronic devices; software device drivers; application electronic cards for the workstation and PC computers; motherboard for PCs; VLSI IC design.	USA R&D
1993-11	HP	Digital semiconductor devices, printed circuit boards and electronic cards; paper handling firmware design.	USA. Design group, until 2005.
1994-11	AT&T	Telecommunication devices, CSU/DSU , frame relay and HDSL systems; industrial consulting; VLSI IC design	USA
1999-11	Intel	FPGA and electronic cards design.	USA R&D
Collaborations with company incubated by the Cinvestav UG & CTS spin off			
2008	Mixbaal	Failure analysis of cells and PV concentration systems (500X).	MX. Spin off, 1994
1999-00	TDCOM	ASIC Design Verification	MX. Spin off, 1998
2010	Modutram	Development of intelligent system, software and hardware design to paths tracking.	MX. Incubated firm
2009-10	IDEAR	Designing a detection system by digital image processing.	MX. Spin off BEA, 1993
Collaborations with national and transnational companies			
1998-11	General Electric; Motorola; CEPE, State Council for Economic Development; A2E Technologies; Transwitch; Dantel; Rolm; ATMEL; SCI; 3M; Phogenix; Texas Instrument; Chip Express; XILINX; Altera; ACTEL.	IC design application specific (ASIC); system design; design of printed circuit boards (PCB's); firmware and software design; consulting.	USA
	Xignux Conacyt; ADAVOX; Hongos de Mx; Medisist; Champ; Encinal; APLIATEC; Plamex.		MX
	Siemens; Interface ; Bell Labs.	Electronic telecommunications systems design	USA/ GER

Table I. Distribution of collaborative projects developed by CTS (1989-2011)

3. The CTS collaborative model

There are different working models of university-industry linkages that depend on the time scale and personnel responsibilities: throughout the years, universities have learned how to deal with industry and they have adopted some of their directives and prefer to patent the knowledge and results of their scientific research rather than publish them in specialized journals or present them in international conferences (Boardman and Ponomariov 2014; Cabrero et al. 2011). Industrial may acquire the intellectual property rights of the universities inventions in order to be exploited commercially (Arvantis et al. 2008; Barnes et al. 2002; Wright 2014). The latter situation seems to be the case of CTS.

One of the most successful ways of transferring technology from universities to industry is collaborative research under demand (Casas et al., 2000; Kneller et al., 2014). To be precise, industry provides the requirements, fixes the deliverables and generates a joint project schedule, as well as the funds to be commissioned to the university group. This approach requires the existence of a specific R&D group devoted to perform technology development within the university organizational structure. In order to be successful, this R&D group must match the organizational structure of a small company that could facilitate the respective technology transfer. This type of organizational structure does exist at Cinvestav-Unidad Guadalajara (Cinvestav-UG). The organizational chart shown in Figure 2 depicts two research groups: Department of Electrical Engineering and Computer Science (DIECC) and CTS.

DIECC was founded in 1995 and is the academic group responsible for the Cinvestav-UG graduate programs and the scientific projects in electrical engineering (EE) and computer science (CS). The operation of DIECC is financed by the Federal Government and its scientific projects are supported by national and international agencies. On the other hand, CTS activities involve mainly design and development of prototypes (integrated circuit devices, electronic systems and software codes), test programs and fabrication documents for the electronics industry established at MAG. All the CTS projects are based on contracts with firms under non-disclosure agreements (NDAs) and strict schedules. Its organization involves one R&D manager, project managers and leaders, as well as design engineers. The CTS personnel is full time devoted to carry out commissioned projects for the industry. CTS has a self-sustaining operation by funds obtained from projects contracted with MAG firms. CTS engineering projects are strategically associated with the original equipment manufacturers (OEMs), original design manufacturers (ODMs), the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), standardization organizations like the International Telecommunication Union (ITU), industrial chambers like the Electronics Telecommunications and Information Technologies Industrial Chamber (CANIETI) and with the Federal and Regional Ministries of Economy. Currently, Cinvestav-UG has a faculty of 26 PhD researchers working in a systemic way in joint projects from CTS (Cinvestav-UG, 2015).

CTS is one example of a R&D group in a public research center devoted fulltime to do technology development in an university environment. Its mission, goals, organization and working scheme can be adapted to serve any other type of industry needs: biotechnology, pharmacology, nanotechnology, aeronautical and space, software, chemical, food and beverages, etc. (De Ibarrola et al., 2002).

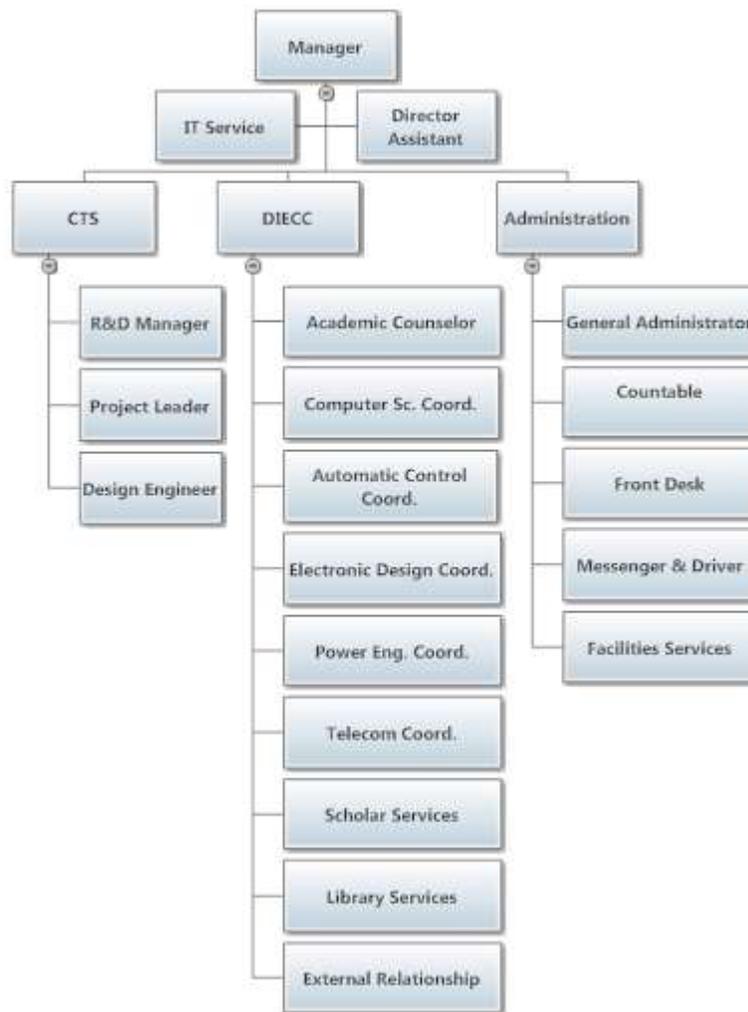


Figure 2. Organization chart of Cinvestav-Unidad Guadalajara

4. Project execution environment and flow

The design and development of electronic products is a multi-national activity. It requires the participation of people with different talents and education: project management, electronics, software, mechanical, testing, materials, etc. In Figure 3 we depict an example of a CTS project execution environment. As we can appreciate, the design and development of some products is an activity distributed on several geographically separated R&D groups. Working in a distributed environment like this one requires the use of a bulletproof project management system (PMS). A good PMS minimizes the risks of project failures and guarantees the success of the project in time. Time synchronization of the activities of the different R&D groups is imperative in order to succeed. The delay of one of the R&D groups induces the delay of the entire project team, and sometimes it results in hundreds of people in standby and millions of dollars in losses.

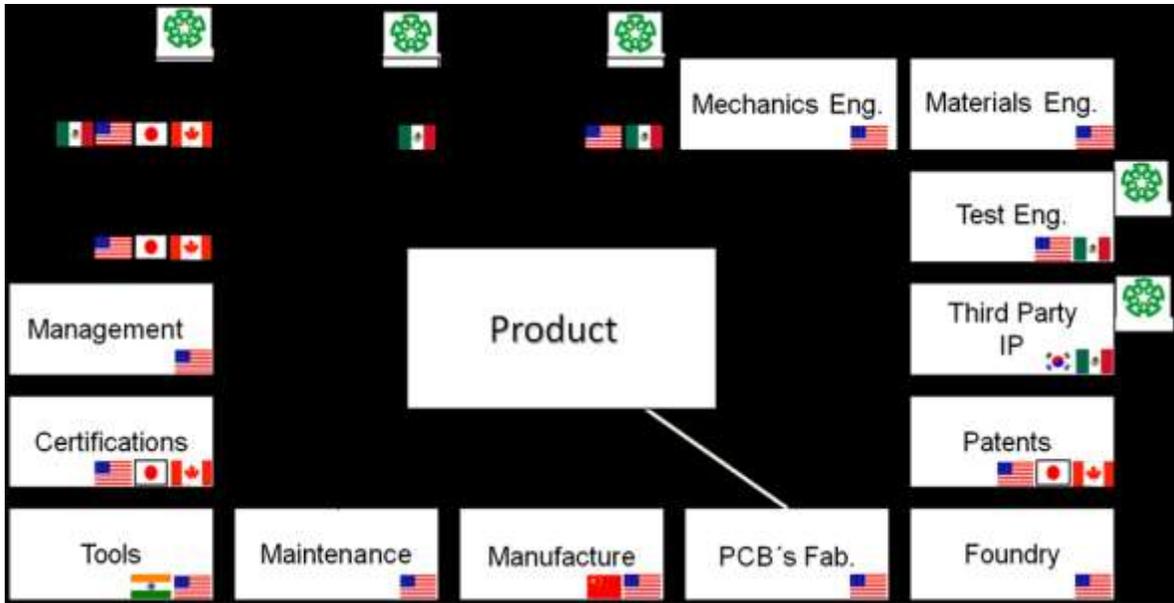


Figure 3. Example of a CTS project execution environment. Cinvestav's logo is depicted in green color.

In Figure 4 we present the project execution flow for a typical CTS linkage called "on demand" or "under contract". The process begins with the sign-off of a confidentiality contract (NDA) which compromise lawfully both partners to protect the information, invention and industrial secrets that will be shared by the parties during the development of the project. The execution of the project starts with the reception of the set of requirements, which in turn are used by engineering to generate a project proposal. Then the contract is the legal binding between partners and enforced by law. The technical design specifications (TDSs) are documents written by experts in technology development. The design task is controlled by a design lider and executed by a group of engineers. The prototypes are required to complete the design process. Finally, deliverables are tangible or intangible objects contracted and produced in the execution of the project.

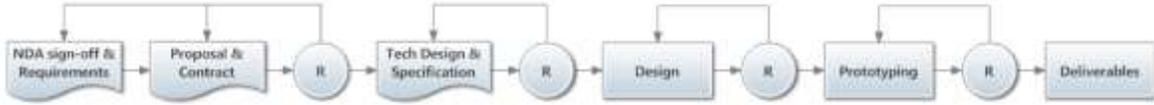


Figure 4. Project execution flow.

5. CTS impact of specific linkages

Despite a rather meager investment, and a slow start of the operations, CTS has generated a handful of successful collaborative projects commissioned by a wide spectrum of local and transnational firms (Table I). CTS has demonstrated in the international market its high technology proficiency in designing electronic systems and devices, as well as been instrumental in the impulse of some start-ups. Another benefit generated by CTS is the

exposure of Mexican engineers to high-level technology, specially in developing integrated circuits and computers. As a consequence, CTS has been involved in training a small but burgeoning number of software firms that have emerged at MAG. In particular, Jalisco government, the Mexican state where MAG is located, has recognized that CTS has participated in the creation of a new industry sector that has contributed to about 1.4% to Jalisco's domestic gross product(Palacios, 2008).

In 1988, there was no industry in Mexico requiring semiconductor design services. At that time, most of the electronics companies located in Mexico were manufacturing plants, with the responsibility of assembling components and systems. In this context, CTS adopted a new strategy to survive: it offered CTS design services in USA. This key decision lead CTS to be the first Mexican group playing in the USA market, offering high tech design services. In 1989, IBM at Kingston, NY, contracted with CTS the remapping technology of two telecommunications integrated circuit devices for their mainframes and workstation computers. The success of this project opened to CTS the IBM doors to work with other IBM R&D groups: Poughkeepsie NY, Boca Raton FL, Raleigh NC, and Austin TX.

CTS has performed a lot of design work for IBM as it is depicted in Table 1. By 1995, CTS was designing mother boards for IBM PCs: some of the fastest mother boards in the world were designed at CTS for IBM computers. CTS has also nursed four high technology private companies: BEA, Mixbal, TDCOM and DDTech. Three of these start-ups are still in the market but one of them (DDTech) closed six years after it was founded. In this way, Cinvestav-UG has made a very important contribution to the economic development of Mexico by fostering the growth of industries in a new and competitive sector such as the high technology industry of electronics and software design.

6. Concluding remarks

We have presented an explorative analysis of the university-industry collaborative model developed by CTS in the metropolitan area of Guadalajara, Jalisco, Mexico. The success of this model stress the importance of having a world-class R&D group in order to build bi-directional channels for conducting joint research and development projects with the high-technology industry in the field of electronics. It has been also instrumental the close interaction of the CTS research group with the managers of the local firms. In terms of public policies, our analysis shows that a R&D group fulltime devoted to develop high-technology projects in an university enviroment can be adapted successfully to serve any other type of industry needs. There is also another lesson drew from our study of the CTS projects: that some university-industry linkages performed in a developing country like Mexico can be as successful as those developed in Brazil, Canada, Japan, Switzerland, UK and USA (Arvanitis et al., 2008; Bodas et al., 2008; D'Este and Patel, 2007; Dutrenit and Arza, 2010; Kneller et al., 2014).

The collaborative research work developed by CTS has been recognized by several local academic institutions (National Price in Science and Technology, 1990 and 2009; National Price in Innovation, 2008; Jalisco Price on Science and Technology, 2006 and 2009) and also several internationals awards (IDC's Trends in Digital Acces Market, 1996-2002; Network Computing Editor's Choice Award, 1998; Application Excellence Award Frame Server Products, 1998; Telecommunications Product of the Month, 1997). Finally, we may conclude that the success of the CTS model can be explained by two factors properly entangled: an active group of researchers and a receptive group of local managers developing

highly qualified and specialized human resources involved in joint research projects with the local industry situated in the Metropolitan Area of Guadalajara.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the support of CONACyT (Mexico) and the faculty members of Cinvestav-UG for their valuable comments. DHS also thanks Cinvestav-UG for its hospitality.

REFERENCES

- Ankrah SN, Burgess TF, Grimshaw P, Shaw NE (2013) Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: What single-group studies of motives omit. *Technovation* 33: 50–65.
- Arvanitis S, Kubli U, Woerter M (2008) University–industry knowledge and technology transfer in Switzerland: what university scientists think about co-operation with private enterprises. *Research Policy* 37(10): 1865–1883.
- Barnes T, Pashby I, Gibbons A (2002) Effective University – Industry Interaction: A Multi-case Evaluation of Collaborative R&D Projects. *European Management Journal* 20(3):272–285.
- Boardman C, Ponomariov B (2014) Management knowledge and the organization of team science in university research centers. *Journal of Technology Transfer* 39:75–92.
- Bodas I, Argou R, De Paula E (2008) *University-Industry Collaboration and the Development of High-Technology Sectors in Brazil*. IV Globelics Conference, Mexico City.
- Cabrero E, Cárdenas S, Arellano D, Ramírez E (2011) La vinculación entre la universidad y la industria en México: Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación. *Perfiles educativos* 33 spe: 187-199.
- Casas R, de Gortari R, Santos MJ (2000) The building of knowledge spaces in Mexico: a regional approach to networking. *Research Policy* 29: 225–241.
- Cinvestav-UG, Unidad Guadalajara, Cinvestav-IPN, <http://www.gdl.cinvestav.mx>, Accessed 20 of August, 2015.
- D’Este P, Patel P (2007) University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry? *Research Policy* 36: 1295–1313.
- De Ibarrola M, Cabrera P, Asomoza R, Frixione E, García A, Pérez MA, Quintanilla S (Editors) (2002) *El Cinvestav: Trayectoria de sus Departamentos, Secciones y Unidades, 1961-2001*. Cinvestav, México, D.F.
- Dussel E (1999) La subcontratación como proceso de aprendizaje: El caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa. *CEPAL Serie Desarrollo Productivo* 55.
- Dutrénit G, Arza V (2010) Channels and benefits of interactions between public research organisations and industry: comparing four Latin American countries. *Science and Public Policy* 37(7):541–553.
- Etzkowitz H, Leydesdorff L (Editors) (1997) *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. Cassell Academic, London
- Friesike S, Widenmayer B, Gassmann O, Schildhauer T (2015) Opening science: towards an agenda of open science in academia and industry. *Journal of Technology Transfer* 40:581–601.
- Gallagher K, Zarsky L (2007) *The enclave economy: Foreign investment and sustainable development in Mexico’s Silicon Valley*. Cambridge, MIT.
- Gibbons M, Limoges C, Nowotny H, Schwartzman S, Scott P, Trow M (1994) *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage.
- Gutiérrez S (2004) La vinculación en el ámbito científico-tecnológico de México. Instituciones de Educación Superior en interacción con distintos actores. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)* 34 (2): 47-94.

- Hall B, Link A, Scott J (2001) Barriers inhibiting industry from partnering with universities: evidence from the Advanced Technology Program. *Journal of Technology Transfer* 26:87-98.
- Ho HC, Liu J, Lu WM, Huang CC (2014) A new perspective to explore the technology transfer efficiencies in US universities. *Journal of Technology Transfer* 39:247-275.
- Iacono A, Nagano M (2014) Innovation management in technology-based enterprises: evidences in an enterprise incubator in Brazil. *Interciencia* 39(5): 296-306.
- Kneller R, Mongeon M, Cope J, Garner C, Ternouth P (2014) Industry-University Collaborations in Canada, Japan, the UK and USA – With Emphasis on Publication Freedom and Managing the Intellectual Property Lock-Up Problem. *Plos One* 9(3): e90302.
- Laredo P (2007) *Toward a third mission for Universities*. UNESCO workshop.
- Markman G, Siegel D, Wright M (2008) Research and Technology Commercialization. *Journal of Management Studies* 45(8):1401-1423.
- Necoechea M, Pineda D, Soto F (2013) A Conceptual Model of Technology Transfer for Public Universities in Mexico. *Journal of Technology Management Innovation* 8(4): 24-35.
- Padilla P (2008) A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: the electronics industry in two Mexican regions. *Research Policy* 37: 849-860.
- Palacios J (2008) *Alianzas público-privadas y escalamiento industrial. El caso del complejo de alta tecnología de Jalisco, México*. CEPAL.
- Partida R (1996) Reestructuración productiva e industria electrónica en Guadalajara, *Espiral* 2(5): 149-175.
- Rivera M (2006) The foreign factor within the triple helix model: interactions on national and international innovation systems, technology transfer and implications for the region: the case of the electronics cluster in Guadalajara, Jalisco, Mexico. *Journal of Technology and Management & Innovation* 2(4): 10-21.
- Tonelli D, Zambalde A (2015) Technology based entrepreneurship in the context of public research institutions in Minas Gerais: influences of pre-stabilization of objects. *Interciencia*, 40(2): 76-83.
- Vega L, Saniger J (2010) Valuation Methodology for Technology Developed at Academic R&D Groups. *Journal of Applied Research and Technology* 8(1): 26-43.
- Villasana M (2011) Fostering university–industry interactions under a triple helix model: the case of Nuevo Leon, Mexico. *Science and Public Policy* 38(1): 43–53.
- Watkins A, Papaioannou T, Mugwagwa J, Kale D (2015) National innovation systems and the intermediary role of industry associations in building institutional capacities for innovation in developing countries: A critical review of the literature. *Research Policy* 44: 1407–1418.
- Wright M (2014) Academic entrepreneurship, technology transfer and society: where next? *Journal of Technology Transfer* 39: 322–334.

ANEXO C. “FORMACIÓN PARA EL TRABAJO EN EL CLÚSTER DE ALTA TECNOLOGÍA DE GUADALAJARA, MÉXICO (2002-2012)”

Training for work in the Guadalajara High Technology Cluster, Mexico (2002-2012)

NORMA GEORGINA GUTIÉRREZ-SERRANO*
DEYANIRA HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ**
JOSÉ LUIS LEYVA-MONTIEL**
MIGUEL ÁNGEL PÉREZ-ANGÓN**

Enviado a *Economía, Sociedad y Territorio* (26/07/16) ID:944

Abstract

The aim of this paper is to describe the triple helix network for human resources training programs, in the context of the high-tech cluster of Guadalajara. The network is generated from the perspective of two educational institutions: the University of Guadalajara and Cinvestav. It is used as sources of information yearbooks, technical reports and data obtained from interviews with key players. The dynamics reported took place from 2002 to 2012. The samples highlight the importance the intermediary actors and the companies with innovation activities.

Keywords: *education and work, high-tech cluster.*

Resumen

El objetivo del presente trabajo es describir la red entre los actores de la triple hélice involucrados en programas de formación de recursos humanos en el contexto del clúster de alta tecnología de Guadalajara. La red se genera desde la perspectiva de dos instituciones educativas: la Universidad de Guadalajara y el Cinvestav. Se utilizaron como fuentes de información los anuarios e informes técnicos y datos obtenidos de entrevistas con actores clave. Las dinámicas que se registraron tuvieron lugar entre 2002 y 2012. Las muestras resaltan la importancia de la presencia de actores intermediarios y empresas con actividades de innovación.

Palabras clave: educación y trabajo, alta tecnología, clúster.

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva de la teoría del capital humano se reconoce que el conjunto de habilidades y capacidades de los trabajadores explica el crecimiento económico (Schultz 1961). Al mejorar el nivel de educación de la población, ésta incrementa su susceptibilidad de contribuir a la productividad de la economía nacional. Lo que implicaría que la educación funge como mecanismo de movilidad social cuando las personas de estratos socioeconómicos bajos (campesinos, obreros, pequeños comerciantes, o informales) acceden y concluyen sus estudios superiores perciben salarios acorde a

* Universidad Nacional Autónoma de México. Correo-e: geortz@correo.crim.unam.mx.

** Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Correo-e: dehernandez@cinvestav.mx, luis.leyva@cts-design.com, mperez@fis.cinvestav.mx.

su preparación académica (Rodríguez Solera 2006). Sin embargo, estudios del caso mexicano y particularmente del sector industrial de Jalisco, señalan que el desajuste estructural —desempleo y subempleo— entre educación y trabajo se traduce en reproducción de clases sociales en contraste con la movilidad social que predice la teoría del capital humano en el marco de la industrialización y urbanización (Lorey 1997; Salas Durazo & Murillo Gracia 2013)

Muñoz (2006) considera que una posible solución involucra necesariamente la participación de las instituciones educativas con las actividades productivas y las organizaciones sociales —actores de la triple hélice—¹⁸. Lo que requiere el ajuste de las instituciones de educación para cubrir los requerimientos del sector moderno de la economía y de los segmentos más rezagados como respuestas socialmente responsables (Jiménez 2011; Aristimuño & Monroy 2014).

En México como política educativa se han generado espacios en donde tienen lugar modelos de formación vinculados con el sector productivo. Tal es el caso de las Universidades Tecnológicas (UT) a nivel superior (Flores Crespo 2009) y el Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología (PICyT), (Ordoñez, 2014). En sentidos complementarios, las UT se enfocan en la inserción de egresados al mercado laboral y el PICyT en el desarrollo tecnológico dirigido a las necesidades del sector productivo.

Ahora bien, se ha dicho que las aglomeraciones productivas o clústeres en países de la periferia —como México— no han logrado incidir en factores sociales, culturales e institucionales para el desarrollo regional debido a la ausencia de trayectorias de articulación endógena (Paus & Gallagher 2008; Rivera Vargas 2011; Satto et al. 2014). Así mismo, se ha señalado, considerando al modelo de la triple hélice, que para generar dichas sinergias se precisa que existan no solo actividades de formación sino dinámicas de alta complejidad, tales como desarrollo o transferencia de tecnología o creación de empresas (Casas et al. 2000; Cabrero et al. 2011) . Sin embargo sostenemos que no se puede dar por sentado que el sistema educativo tenga resuelto el modelo que cohesione la relación educación y mercado laboral.

La capacidad de absorción del mercado laboral dentro del clúster de alta tecnología (CAT) de la ZMG se encuentra en empresas con presencia global y líderes en el ramo, (Dussel et al. 2003; Palacios Lara 2008; Rivera Vargas 2006). Por ello los fenómenos relacionales que incentivan la competitividad dentro del clúster han sido abordados a partir de estrategias inter empresariales, tales como la subcontratación, la transferencia de tecnología y las alianzas público-privadas, (Dussel 1999; Padilla Pérez 2008; Palacios Lara 2008).

Sin embargo, en dichos trabajos se puede ubicar claramente la configuración de la triple hélice. En particular, Padilla (2008) encontró que en Jalisco, en contraste con Baja California —donde también se localiza un clúster de alta tecnología—, investigadores de centros públicos pudieron establecer sus propias casas de diseño también conocidas como spin-offs, en buena parte debido a la derrama tecnológica¹⁹ que propiciaron los proyectos desarrollados en colaboración con empresas

¹⁸ La triple hélice se define como un conjunto de componentes (universidad, industria y gobierno) y relaciones (colaboraciones, intermediaciones y sustituciones) que hacen emerger espacios consensuados que norman la generación de conocimiento e innovación (Etzkowitz & Ranga 2010).

¹⁹ La derrama tecnológica está definida como la imposibilidad de las empresas de capital extranjero de acaparar en su totalidad el producto social derivado de sus actividades productivas, (Caves 1974). En este tenor, el conocimiento que surgió de la interrelación para la generación de proyectos universidad-empresa fue capitalizado por investigadores en la creación de spin-offs. Otro ejemplo sobre derramas tecnológicas lo presenta la Industria Maquiladora de Exportación de Chihuahua y la industria automotriz en Sonora, México; en donde el personal previamente capacitado dentro de las filiales extranjeras ha aprovechado los nichos de demanda y crea pequeñas y medianas empresas locales (Gil & Solís 2012; Bracamonte Sierra & Contreras 2008).

multinacionales con presencia dentro y fuera de la región. Así mismo Rivera (2006) señala como el modelo de la triple hélice ha contribuido a cambiar la naturaleza de la industria de alta tecnología en Jalisco, de ensamblar y hacer manufactura a diseñar y catalizar sinergias que han favorecido la innovación del sector en la región. Proceso que autores como Carrillo y Lara (2004) han llamado escalamiento industrial. En términos laborales se reporta que dentro del CAT el sector productivo ha aprovechado el talento inmediato, contratando egresados de instituciones educativas locales, mayormente por medio de canales informales, (Partida Rocha 2003).

De acuerdo al modelo de maquila²⁰, se distinguen cuatro generaciones de empresas, cada una se distingue por las prácticas de producción base: trabajo manual intensivo, racionalización del trabajo, uso de competencias intensivas en conocimiento y explotación de tecnologías de la información (Carrillo & Lara 2004). Al igual que en otras regiones de México, dentro del CAT se pueden ubicar procesos de escalamiento industria —*upgrade*—, es decir cambios de generación. Cabe señalar que la generación describe a un tipo ideal de empresas con rasgos comunes y con tendencia que predominan durante un período específico. En otras palabras, puede esperarse que en un mismo lapso de tiempo convivan distintas generaciones de empresas. El concepto de generaciones no se define como una sustitución de empresas, sino que hace referencia al aprendizaje organizacional logrado por el cambio tecnológico. Y en este sentido los cambios en la composición tecnológica terminan incidiendo sobre las estructuras ocupacionales de los trabajadores debido al aumento de la demanda relativa de trabajadores con altos niveles de educación (Huesca et al. 2010).

En el 2001, cuando China entró a la Organización Mundial del Comercio, Jalisco vivió un momento de crisis que significó el traslado de líneas de producción manufacturera hacia el país asiático, (Estrada Iguíniz & Labazée 2004). De acuerdo con **Francisco Medina**²¹, el entonces director del CoecytJal (Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco), la reacción fue implementar la estrategia regional “bajos volúmenes, alta mezcla” a fin de empoderar al sector productivo a través de la innovación como una propuesta para escalar al CAT. El plan de la Industria de Alta Tecnología contempló seis nichos de mercado: diseño en microelectrónica (semiconductores), software embebido, multimedia (video juegos, animación y efectos visuales), pruebas (de hardware, software), bases de datos orientados a objetos (software para logística) y *business process outsourcing* (automatización de control financiero). Esta claridad de participación en procesos de alto valor agregado, permitió identificar perfiles formativos y diseñar dinámicas de formación de recursos humanos de manera masiva con resultados a corto plazo.

En el presente trabajo nos proponemos estudiar la red que tuvo lugar entre los actores de la triple hélice en el CAT. Nos interesa en especial identificar y caracterizar los nodos predominantes o actores centrales tanto en la esfera del sector productivo, educativo y gubernamental.

Hasta el momento no existen aportaciones al tema desde la perspectiva de redes sociales. El presente trabajo aborda las interdependencias como el punto central de estudio. Lejos de ser una teoría o una metodología, las redes sociales son una perspectiva o paradigma, (Marin & Wellman 2010). Es por ello que una vez identificadas las prácticas de educación para el trabajo se han podido determinar condiciones y consecuencias de las relaciones entre actores a partir del rol que desempeñan en el marco de la triple hélice.

1. METODOLOGÍA

Emplearemos cuatro estrategias para estudiar las configuraciones de las redes sociales que surgen de los programas de formación para el trabajo:

²⁰ El modelo de maquila explica el proceso de industrialización de Guadalajara.

²¹Entrevista con Francisco Medina.

- a) Recolección de datos relacionales, contenidos en los Anuarios e Informes técnicos del Cinvestav Guadalajara y la Universidad de Guadalajara, respectivamente.
- b) Definición de actores y sus relaciones, es decir caracterizar a los actores y relacionarlos a partir de su participación en programas de formación de recursos humanos.

En base a la metodología expuesta y tomando como marco la teoría de la triple hélice, se clasifican los actores en: empresas, universidades, entidades gubernamentales y organismos intermediarios. Las dinámicas de colaboración en diseño y gestión de programas de formación de recursos humanos, hacen emerger espacios de conocimiento ligados a la región, y en tal caso se puede definir como un sistema regional de innovación.

De acuerdo a las fuentes consultadas, los vínculos entre los actores se pueden clasificar en tres tipos: donación (en especie o efectivo), extensión (prácticas como reuniones que preceden a los proyectos) y servicio. Primero definiremos a los actores y en una sección posterior se detallan sus lazos. Y para finalizar se analizará la red social a través de su visualización en Pajek.

2. HALLAZGOS

En esta sección presentamos la definición de los actores institucionales, por medio de su caracterización dentro del sistema de la triple hélice y la definición de las relaciones entre dichos actores en las prácticas de formación para el trabajo.

2.1.1. Caracterización de los actores

A continuación caracterizamos los actores que definen la red que logramos identificar a partir de la información de los programas de formación para el trabajo. Los atributos de los 35 actores detectados los clasificamos por: (a) La esfera a la que pertenecen en el marco de la triple hélice, empresas de la iniciativa privada, universidad o centro de investigación, entidades gubernamentales e intermediarios, tanto públicos como privados; (b) El país de origen de los actores que participan en la red. Localizamos 20 actores nacionales y 15 empresas extranjeras. (c) El lugar que ocupan las empresas en la cadena de producción, empresas comercializadoras, empresas de servicios y empresas proveedoras de soluciones tecnológicas.

Respecto a la clasificación de los actores se localizaron 22 empresas de la iniciativa privada, 4 universidades, 4 entidades de gobierno y 5 organismos intermediarios. La **Gráfica 1** muestra la distribución de los 35 actores en función de su país de origen; del total de actores, 20 son de origen nacional y el resto está conformado por empresas extranjeras. De las 15 empresas extranjeras, 12 son de origen estadounidense, 2 alemanas y una colombiana.

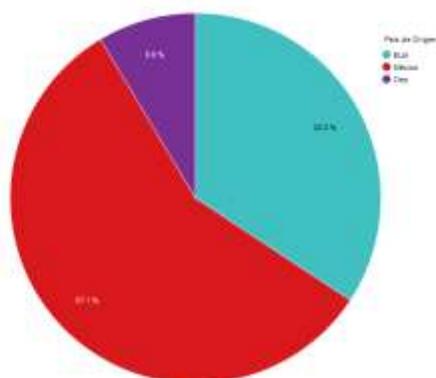
La **Gráfica 2** muestra la distribución de los actores de origen nacional. Como se puede observar, la iniciativa privada es la más representativa, sin embargo solo una empresa, Mabe, se coloca como proveedor de soluciones tecnológicas, el resto de las empresas se clasifican como de servicios. Los centros de educación, además de la UdG y el Cinvestav, incluyen un Centro de Enseñanza Técnica y un Tecnológico, ambos con presencia regional. Respecto a organismos intermediarios ubicamos al CoecytJal, a entidades gestadas desde el sector empresarial como la CANIETI (Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información) e INA (Industria Nacional de Autopartes) y también organismos públicos-privados como México First.

El *CoecytJal* se crea en el año 2000 a fin de dar cumplimiento a la Ley de Fomento a la Ciencia y la Tecnología del Estado de Jalisco, la primera Ley de su tipo a nivel estatal. En palabras de Francisco

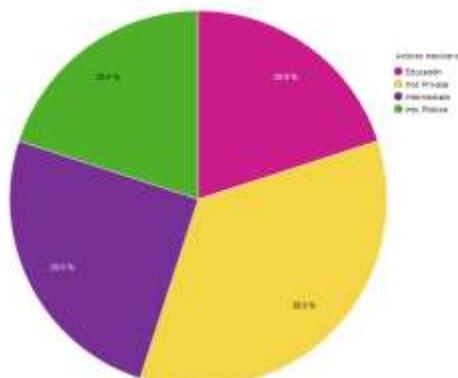
Medina, el CoecytJal arranca con la visión de “ciencia tecnología e innovación para el desarrollo económico y social”. Desde la estructura del CoecytJal se le da un papel preponderante al sector privado a través del órgano de gobierno, conformado por seis representantes del sector productivo y tres representantes del sector académico. Por su parte, *Mexico First* se crea como una iniciativa encargada de gestionar recursos financieros para la formación acelerada de recursos humanos en la industria de Tecnologías de la Información (TI), coordinada por CANIETI y respaldada por la Secretaría de Economía y el Banco Mundial. La CANIETI es un organismo que convoca a empresas que en el mercado son competidoras pero que comparten intereses en la implementación y diseño de las políticas públicas dirigidas al sector de alta tecnología.

Es así que podemos observar en la Gráfica 2 que las sinergias para formar recursos humanos involucra todo tipo de organismos: públicos, privados y público-privados, siendo las empresas el ente con mayor presencia.

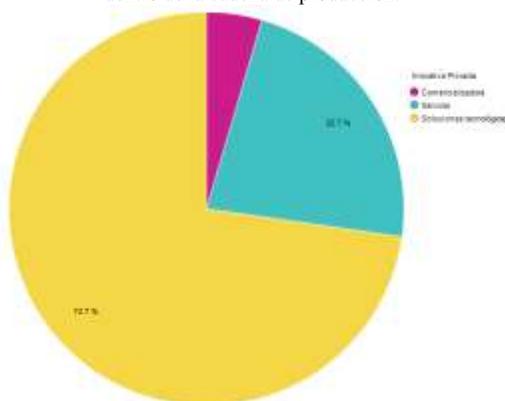
Gráfica I. Distribución de los actores por país de origen.



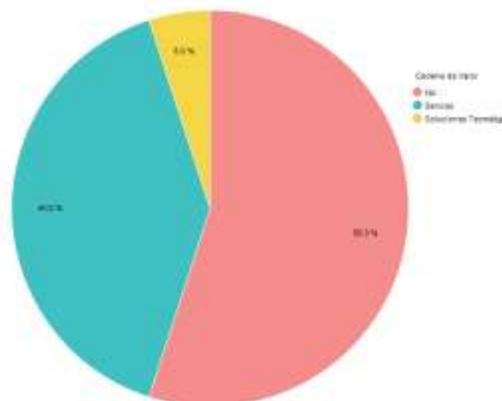
Gráfica II. Distribución de los actores nacionales.



Gráfica III. Distribución del lugar que ocupan las empresas dentro de la cadena de producción.



Gráfica IV. Distribución de la posición que ocupan los actores nacionales dentro de la cadena de producción.



Fuente:Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y la UdG, respectivamente.

La **Gráfica III** ilustra la distribución del lugar que ocupan las empresas de la iniciativa privada dentro de la cadena de producción. Estos datos son evidencia de la relevancia del *upgrade*, ya que el 73% de las empresas que participan en la red son compañías proveedoras de soluciones tecnológicas. Es decir, las empresas que han hecho emerger la red de formación de recursos humanos tienen como atributo pertenecer a empresas de tercera o cuarta generación, muy en sintonía con lo que ya se ha dicho sobre la relación entre la intensidad en actividades de innovación de las empresas y su propensión a relacionarse con la universidad, (Torres et al. 2011). Lo anterior se fundamenta en que la capacidad de absorción de capital humano, como producto de procesos de innovación liga la

competitividad de las empresas a las regiones y generan espacios de conocimiento, o genéricamente, sistemas regionales de innovación (Guadarrama-Atrizco 2010).

La **Gráfica IV** ilustra la distribución de la posición que ocupan los actores nacionales dentro de la cadena de producción como un reflejo del papel de las esferas que participan en la formación de recursos humanos. La mayoría provienen del sector educativo, gubernamental o como organismos publico-privados intermediarios.

2.2. Caracterización de las relaciones

En el CAT la formación de recursos humanos es por mucho el canal de vinculación que más ha explorado la triple hélice, dados los nichos de mercado que caracterizan al sector de alta tecnología que demandan el desarrollo de capacidades intensivas en conocimiento. El buen funcionamiento de la economía laboral depende mayoritariamente en el planteamiento de cómo resolver los procesos de regulación entre la demanda y la oferta de trabajo (Mercado & Planas 2005). Al plantear líneas claras de innovación como parte de una política industrial (Solís, 2014) se hizo posible definir competencias genéricas que el sector demandaba de los egresados a través de los organismos de educación. De acuerdo a los Anuarios e Informes técnicos del Cinvestav y de la UdG, respectivamente, las vías para lograr la pertinencia de la oferta han sido diseñadas para estudiantes de Programas de Estudios Superiores y para trabajadores del sector. Los programas identificados fueron los siguientes:

- a) Grupo de Homólogos
- b) Programas Avanzados de Diseño de Tecnología de Semiconductores
- c) Materias Optativas dentro de Programas de Estudios Superiores
- d) Programas de Maestría
- e) Cursos Especializados
- f) Entrenamiento con equipo donado en Programas de Estudios Superiores

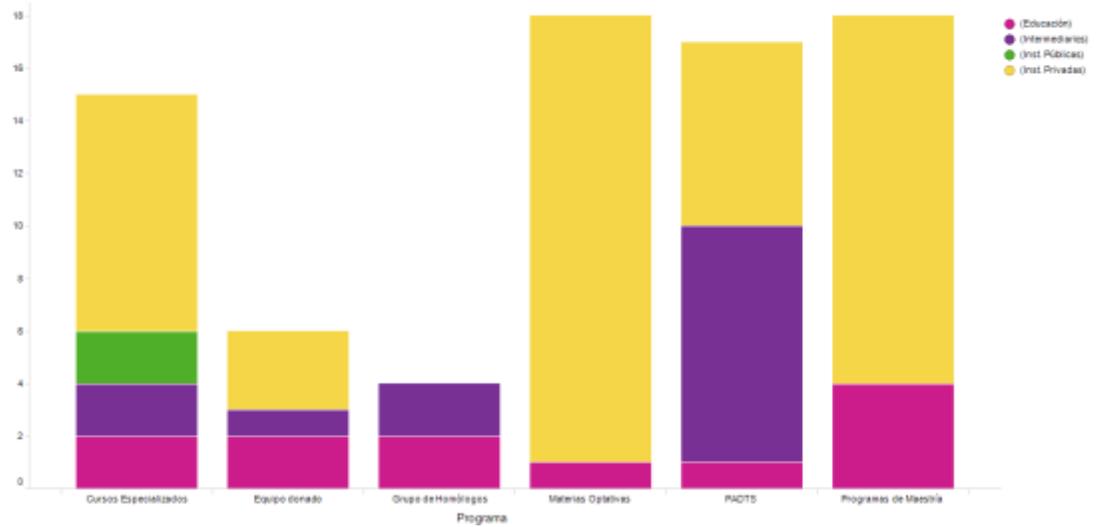
La **Gráfica V** muestra la distribución por variedad de participación de los actores por programa de formación. La iniciativa privada muestra interés por un lado en capacitar a sus ingenieros en activo a través de cursos especializados y maestrías, y por otro lado en formar ingenieros desde el pregrado por medio de ofertar materias optativas diseñadas y llevadas al aula por sus ingenieros. Los informes técnicos de la UdG reportan reuniones de trabajo relativas al diseño de programa de vinculación Industria-Escuela sin especificar el producto de tales reuniones, si bien no es programa es un paso previo genera propuestas y es un reflejo del interés que existe por generar sinergias.

La **Tabla 1** relaciona los organismos públicos de educación analizados (OPE), la UdG y Cinvestav, con los seis programas de formación.

Con la finalidad de construir la red se definió la extensión, la donación y el servicio como los tres tipos de relaciones que los actores guardan con el programa:

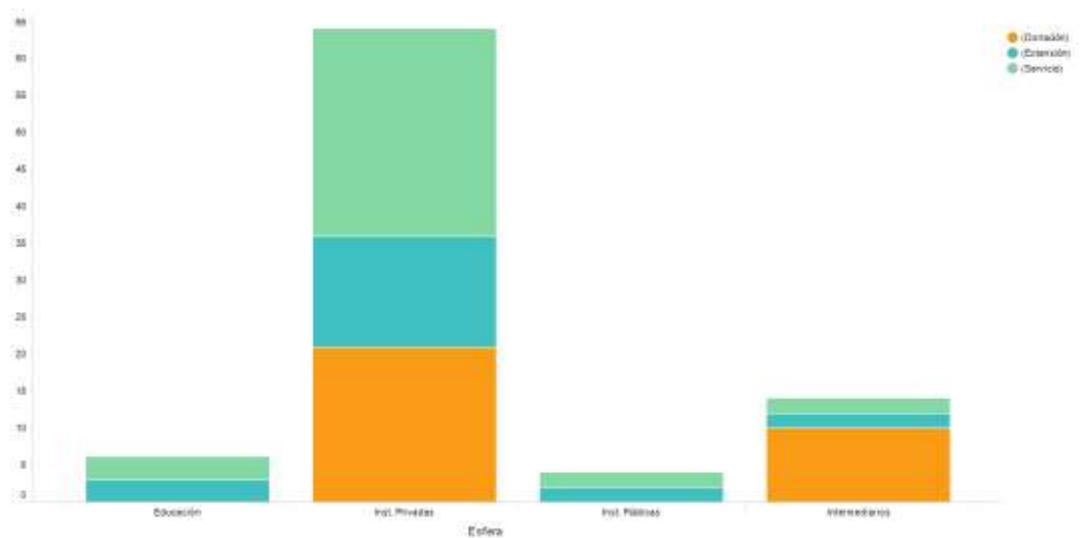
- a) La extensión hace referencia a encuentros en donde los que se intercambia es información valiosa para las partes. Por ejemplo cómo adecuar los programas escolares a las tendencias del sector industrial o reuniones para diseñar programas de vinculación como estancias o prácticas profesionales.
- a) La donación trata sobre lo que las empresas otorgan a las universidades sin retribución económica: equipo para laboratorios de enseñanza y personal frente a grupo.
- b) Finalmente el servicio hace alusión a los programas bajo demanda, que implican el contrato de servicio por parte de las empresas hacia las universidades.

Gráfica V. Distribución por variedad de participación de actores de acuerdo a la esfera a la que pertenecen por cada programa de formación ejecutado.



Fuente:Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y la UdG, respectivamente.

Gráfica VI. Distribución del tipo de relación que guardan los actores con los diferentes programas de formación.



Fuente:Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y la UdG, respectivamente

Tabla 1. Descripción de las tres tipos de relaciones entre los actores: extensión, donación y servicio, que implica cada Programa de Formación para el Trabajo.

Programas de formación para el trabajo	Descripción	OPE	Actores Triple Hélice	Relaciones		
				Extensión	Donación	Servicio
1. Grupo de Homólogos	Alineación curricular a partir de la identificación de demandas de competencias del sector.	UdG Cinvestav	Universidades Empresas Intermediarios	x	-	-
2. Programas Avanzados de Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS)	Formación acelerada de especialización técnica en un Centro de Entrenamiento.	Cinvestav	Universidad Gobierno Empresas	-	x	-
3. Materias optativas dentro de Programas de Estudios Superiores	Cursos impartidos por expertos en activo de la industria local.	UdG	Universidad Empresas	-	x	-
4. Programas de Maestría	Maestría en sitio para ingenieros en activo de la industria local.	Cinvestav	Universidad Empresas Gobierno	-	-	x
5. Cursos Intensivos	Capacitación para la formación de Especialista	UdG Cinvestav	Universidad Empresas Intermediarios	-	-	x
6. Donación de equipo y entrenamiento	Equipamiento de laboratorio de Sistemas Embebidos.	UdG Cinvestav	Universidad Empresas	-	x	x

Fuente:Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y la UdG, respectivamente

Formado desde el 2002, el *Grupo de Homólogos* se constituye por CEOs de empresas del sector y responsables de ingenierías impartidas en tecnológicos, universidades públicas y privadas. El objetivo de este grupo es ajustar los planes de estudio a fin de que los egresados cubran el perfil de las empresas de la región, (Palacios, 2008). Es en el marco de esta práctica que se genera el repertorio compartido que combina aspectos cosificadores y de participación. La construcción de una matriz de competencias como el elemento cosificador, reúne los requerimientos para los distintos perfiles para la industria, como se muestra en la **Tabla 2**. La matriz se construye a partir de los proyectos de ingeniería y desarrollo que la empresa promueve (columna uno). Dado que los proyectos se gestionan como procesos, se definen los puestos que en la industria se abrirían para llevar a cabo el proyecto (columna dos) y se describen las actividades que realizaría el ingeniero en dicho puesto (columnas tres).

En el año 2011 se crea en las instalaciones del Cinvestav Unidad Guadalajara el Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología (CEAT) como una evolución del Programa Avanzado de Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS) instituido desde el 2003. El CEAT se gestó como un centro de capacitación para ingenieros que facilitarían su incorporación a proyectos industriales de diseño. Los temas de entrenamiento se seleccionan de acuerdo a las necesidades de la empresa de electrónica y/o software que patrocine o solicite el curso. El CEAT cuenta con un laboratorio de software embebido para la industria automotriz y de telefonía celular. El proceso de formar una generación en el CEAT consiste primordialmente en identificar demandas de profesionales en la industria; patrocinadores para cubrir los costos de operación (CoecytJal, MexicoFirst, Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia); difusión del programa para el reclutamiento de *trainees*, evaluación y reclutamiento de candidatos; entrenamiento (a tiempo completo por seis meses

aproximadamente); y finalmente disposición de los egresados a las empresas patrocinadoras. La **Tabla 3** muestra el tipo de relación entre los actores (instituciones) y el programa, en ese caso el CEAT.

Tabla 2. Matriz de competencias generada por el “Grupo de homólogos”.

Construcción de la Competencia	Etapas del proyecto		Puesto en la Industria			
	Etapa 1, ..., Etapa n		Puesto 1, ..., Puesto n			
Definición del Proyecto z en términos de lo entregable	Descripción de las actividades que se desarrollan en la <i>Etapa 1</i> del Proyecto z.	...	Se señalan las actividades que se desarrollan en el <i>Etapa n</i> del Proyecto z.	Se señala si se realizan las actividades de la <i>Etapa 1</i> en el <i>Puesto 1</i>	Se señala si se realizan las actividades de la <i>Etapa n</i> en el <i>Puesto n</i> .
Especificaciones de las prácticas y conocimientos previos, que son la base para desarrollar el Proyecto z. Incluyendo el dominio del inglés.	Experiencia en el uso de x tecnología.	...	Experiencia en el uso de x tecnología.	Se señala si se requiere experiencia en el uso de x tecnología para el <i>Puesto 1</i>	Se señala si se requiere experiencia en el uso de x tecnología para el <i>Puesto 1</i> .
Habilidades interpersonales	Comunicación efectiva. Pensamiento crítico. Fluidez tecnológica. Trabajo en equipo		Comunicación efectiva. Pensamiento crítico. Fluidez tecnológica. Trabajo en equipo	Se señala si requieren para el para el <i>Puesto 1</i> .		Se señala si requieren para el <i>Puesto 1</i> .

Fuente:Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y la UdG, respectivamente

Tabla 3. Clasificación de los actores.

Clasificación/Entidades	Gobierno	Industria	Universidad	Otros
Implementación del programa	–	x	x	–
Financiamiento	CoecytJal Prosoft	x	–	Fumec
Planeación del proyecto	–	x	x	–
Personal frente a grupo	–	x	x	–
Infraestructura	–	x	x	–

Fuente:Elaboración propia a partir de anuarios e informes técnicos del Cinvestav y la UdG, respectivamente

El CEAT está instalado en el Cinvestav, por lo que se encuentra involucrado en todas las etapas del proyecto. Por lo que respecta a la industria como se ha dicho, la apertura de los programas depende del interés de las empresas por costear parcialmente.

En el caso del *Grupo de Homólogos* las relaciones se basan en el intercambio de información de utilidad común, (cómo se desarrolla un proyecto dentro de la empresa y los atributos que las personas deben tener para desarrollarlo). Las prácticas de este *Grupo* consisten en la construcción en conjunto (academia-gobierno) de una matriz de competencias que también contemplan las competencias de la planta académica. Según se reporta en algunas entrevistas, la parte más complicada es llevarla al aula, por lo que involucrar a los profesores es de suma importancia y en ocasiones hay intercambio para capacitación. En el *Grupo de Homólogos*, elemento relacional es la estrecha comunicación que ha

llevado a la coincidencia entre agentes respecto al potencial de desarrollo de la industria a partir de la formación de capital humano.

Conclusiones

En los ejemplos de programas, la naturaleza de la oferta del capital humano que formaría el sistema educativo fue definido bajo las lógicas de productividad para la exportación. Se hace evidente que es necesaria la intervención del estado para encaminar el desarrollo de la tecnología también a productos específicos de consumo interno, como el desarrollo de generación de energía limpias, dispositivos médicos, tecnologías para la movilidad, etc. por medio del apoyo al surgimiento de empresas nacionales de base tecnológica. A fin de que el sector empresarial no solo sea un nicho de mercado laboral sino también de soluciones para los grandes problemas nacionales que podrían encontrar salida en el conocimiento científico y tecnológico.

Es de destacar que los programas han contemplado el desarrollo de habilidades sociales, *soft skills*, como complemento indispensable del dominio cognitivo de los temas tecnológicos. Si bien las *soft skills* son elementos necesarios para el desarrollo profesional, su promoción circunscrita en el esfuerzo de vincular el mundo laboral y el formativo, también evidencia la ampliación de la educación a otras esferas de la vida más allá de las necesidades de la economía, (Teichler 2009). Bajo los argumentos que Teichler caracteriza para detectar las oportunidades que se presentan en las prácticas de relacionar el mundo educativo y el laboral, se puede decir que al ser los programas diseñados por el sector industrial, quedan atendidas cuestiones como la exclusión de paradigmas generalistas versus especialistas dado el profundo conocimiento del mercado laboral. Así como también quedan medianamente resueltos aspectos de brechas temporales de planeación.

Algunas investigaciones apuntan que las correlaciones entre la escolaridad y el trabajo, dependen tanto del nivel de estudios y trayectorias laborales, como de los espacios laborales y las regiones geográficas (Ibarrola 2001). En este sentido quedan entendidas las implicaciones del cambio tecnológico en aglomeraciones productivas de alta tecnología, que obliga a escalar a procesos de mayor valor y consecuentemente a demandar capital intelectual altamente especializado.

En México se han puesto en marcha políticas educativas federales para acoplar la formación de la población a los requerimientos del trabajo sin tener en cuenta la heterogeneidad y desigualdad que caracteriza el sistema económico nacional, (Ibarrola 2014). Lo que contrasta con políticas regionales del CAT, que gestiona programas de formación sustentados en el conocimiento del aparato productivo. La creación de espacios como el CEAT, que además de contar con diseños curriculares dinámicos, bajo el principio de *aprender haciendo*, suma evidencia sobre la importancia de considerar la heterogeneidad de los sectores productivos para impulsarlas políticas legítimas de vinculación educación-trabajo. Aunque, como se mencionó, sin ser trivial, crear espacios de formación para el trabajo es solo parte del proceso.

Referencias

- Aristimuño, M. & Rodríguez Monroy, C., 2014. Responsabilidad social universitaria. Su gestión desde la perspectiva de directivos y docentes. Estudio de caso: Una pequeña universidad latinoamericana. *Interciencia*, 39(6), pp.375–382.
- Bracamonte Sierra, Á. & Contreras, O.F., 2008. Redes globales de producción y proveedores locales : los empresarios sonorenses frente a la expansión de la industria automotriz. *Estudios Fronterizos*, 9(18), pp.161–194.
- Cabrero, E. et al., 2011. La vinculación entre la universidad y la industria en México: Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación. *Perfiles educativos*, XXXIII, pp.186–199. Available at: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982011000500016&script=sci_arttext.
- Carrillo, J. & Lara, A., 2004. Nuevas capacidades de coordinación centralizada. ¿Maquiladoras de cuarta generación en México? , XXII(3), pp.647–667.

- Casas, R., de Gortari, R. & Santos, M.J., 2000. The building of knowledge spaces in Mexico: a regional approach to networking. *Research Policy*, 29(2), pp.225–241. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733399000621>.
- Caves, R.E., 1974. Multinational Firms, Competition, and Productivity in Host-Country Markets. *Economica*, 41, pp.176 – 193.
- Dussel, E., 1999. *La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa*, Available at: <http://dusselpeters.com/01.pdf>.
- Dussel, E., Palacios, J.J. & Woo, G. eds., 2003. *La industria electrónica en Jalisco y México. Problemática, Perspectivas y Propuestas*, Universidad de Guadalajara.
- Estrada Iguíniz, M. & Labazée, P., 2004. *Producciones locales y globalización en los países emergentes: México, India y Brasil*, México: Centro de Investigaciones y Estudios, CIESAS.
- Etzkowitz, H. & Ranga, M., 2010. A Triple Helix System for Knowledge-based Regional Development : From “ Spheres ” to “ Spaces .” In *VIII Triple Helix Conference*. pp. 1–29.
- Flores Crespo, P., 2009. *Trayectoria del modelo de Universidades Tecnológicas en México (1991-2009)*, Available at: <http://www.dgei.unam.mx/cuaderno3.pdf>.
- Freeman, L., 2004. *The development of social network analysis*, Available at: http://www.researchgate.net/profile/Linton_Freeman/publication/239228599_The_Development_of_Social_Network_Analysis/links/54415c650cf2e6f0c0f616a8.pdf.
- Gil, J.L. & Solís, A., 2012. Derramas tecnológicas por la movilidad de empleados de multinacionales: estrategias de capacitación de la industria maquiladora de exportación. *Interciencia*, 37(9), pp.664–670.
- Guadarrama-Atrizco, V.H., 2010. El papel de la región en el sistema sectorial de innovación. In *Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad*. pp. 1–25.
- Huesca, L., Castro, D. & Rodríguez, R.E., 2010. Cambio tecnológico y sus efectos en el mercado de trabajo: una revisión analítica. *Economía, Sociedad y Territorio*, 10(34), pp.749–779. Available at: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=11115672007>.
- Ibarrola, M. de, 2001. Los cambios estructurales y las políticas de capacitación y formación para el trabajo en México. Un análisis de la expresión local de políticas nacionales. In *Los jóvenes y el trabajo: la educación frente a la exclusión social*. Universidad Iberoamericana, IMJ, UNICEF, Cinterfor-OIT, RET y CONALEP, pp. 219–249.
- Ibarrola, M. de, 2014. Repensando las relaciones entre la educación y el trabajo: *Cuadernos Cedes*, 34(94), pp.367–383.
- Jiménez Márquez, A., 2011. La relación entre educación superior y mercado de trabajo en México. *Perfiles Educativos*, 33(Especial), pp.169–185.
- Lorey, D.E., 1997. Graduados Universitarios y Empleo en Jalisco desde 1950. *Revista de la Educación Superior*, 103, pp.1–15. Available at: http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista103_S2A1ES.pdf.
- Marin, A. & Wellman, B., 2010. Social Network Analysis: An Introduction. In P. Carrington & J. Scott, eds. *Handbook of Social Network Analysis*. London: Sage, pp. 1689–1699.
- Mercado, A. & Planas, J., 2005. Evolución del nivel de estudios de la oferta de trabajo en México. Una comparación con la Unión Europea. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 10(25), pp.315–344.
- Muñoz Izquierdo, C., 2006. Determinantes de la empleabilidad de los jóvenes universitarios y alternativas para promoverla. *Papeles de Población*, 12(49), pp.75–89. Available at: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=11204903> <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11204903> <http://www.redalyc.org/pdf/112/11204903.pdf>.
- Ordoñez de la Cruz, F.G., 2014. Modelo Vinculado Con La Industria Para La Formación De Posgraduados En Ingeniería : El Caso del PICYT. *Revista Educación en Ingeniería*, 9(17), pp.77–85.
- Padilla Pérez, R., 2008. A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: The electronics industry in two Mexican regions. *Research Policy*, 37(5), pp.849–

- Palacios Lara, J.J., 2008. *Alianzas público-privadas y escalamiento industrial. El caso del Complejo de alta tecnología de Jalisco, México*,
- Partida Rocha, R., 2003. Redes de vinculación de la Universidad de Guadalajara con la industria electrónica de la Zona Metropolitana. In E. Dussel, J. J. Palacios, & G. Woo, eds. *La industria electrónica en Jalisco y México. Problemática, Perspectivas y Propuestas*. México: Universidad de Guadalajara.
- Paus, E.A. & Gallagher, K.P., 2008. Missing links: Foreign investment and industrial development in Costa Rica and Mexico. *Studies in Comparative International Development*, 43(1), pp.53–80.
- Rivera Vargas, M.I., 2006. The foreign factor within the Triple Helix Model: Interactions of national and international innovation systems, technology transfer and implications for the region: The case of electronics cluster in Guadalajara, Jalisco, México. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(4), pp.10–21.
- Rivera Vargas, M.I., 2011. Theory and Practice of the Triple Helix System in Developing Countries: Issues and Challenges. In M. Saad & G. Zawdie, eds. *Routledge Studies in Innovation, Organization and Technology*.
- Rodríguez Solera, C.R., 2006. La vigencia de la educación como mecanismo de movilidad social en la sociedad del conocimiento. *Revista regional de investigación educativa*, 3(3), pp.66–80.
- Salas Durazo, I.A. & Murillo Gracia, F., 2013. Los profesionistas universitarios y el mercado laboral mexicano: convergencias y asimetrías. *Revista de la Educación Superior*, 42(165), pp.63–81. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60428314004>.
- Satto, F. et al., 2014. Clusters y desarrollo territorial. Revisión teórica y desafíos metodológicos para América Latina. *Economía, Sociedad y Territorio*, XIII(34), pp.749–779. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11124810002>.
- Schultz, T.W., 1961. Investment in Human Capital. *The American Economics Review*, 51(1), p.132. Available at: <http://www.redibw.de/db/ebSCO.php/search.ebSCOhost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=8736517&site=ehost-live>.
- Teichler, U., 2009. *Higher Education and the World of Work. Conceptual Frameworks, Comparative Perspectives, Empirical Findings* P. G. Altbach, ed., Kassel, Germany: Sense Publishers Rotterdam Taipei.
- Torres, A. et al., 2011. What are the factors driving university–industry linkages in latecomer firms: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 38(1), pp.31–42. Available at: <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=0302-3427&volume=38&issue=1&spage=31>.

ANEXO D: “VINCULACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA: ACERCAMIENTO DESDE LA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA MEXICANA (1978-2015)”

Norma Georgina Gutiérrez-Serrano*, Deyanira Hernández-Sánchez**, José Luis Leyva-Montiel***, Miguel Ángel Pérez-Angón****

*Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Correo-e: geortgz@correo.crim.unam.mx

**Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Correo-e: dehernandez@cinvestav.mx

*** Correo-e: luis.leyva@cts-design.com

**** Correo-e: mperez@fis.cinvestav.mx

Enviado a *Revista Española de Documentación Científica* (16/07/16) ID:1.412

Resumen: Presentamos un análisis sistemático de las investigaciones sobre la relación universidad-industria en México. Este trabajo sigue las aproximaciones conceptuales y metodológicas desde las cuales se han abordado las investigaciones y lo complementamos con un análisis bibliométrico en la base de datos de la Web of Knowledge. Organizamos la producción científica de acuerdo a la temática desarrollada en cada uno de los 57 artículos analizados. Los hallazgos indican que las instituciones más productivas corresponden a ITESM, UNAM y UAM. Se encontró que los estudios sobre la producción y transferencia de conocimiento son tratados desde perspectivas de la gestión del conocimiento, referencias espaciales (clústeres, parques tecnológicos, regiones de conocimiento o ciudades de conocimiento) y visiones macro que se circunscriben en el diseño y análisis de políticas públicas que articulan los ecosistemas de innovación.

Palabras clave: universidad-industria; transferencia tecnológica; transferencia de conocimiento; redes de conocimiento; innovación; emprendimiento; México.

Academy–industry links: A bibliometric review from scientific Mexican production

Abstract: We present a systematic analysis on the studies related to the academic-industry relation in Mexico. We follow the methodology and conceptual approximations used in these studies and complemented with a full bibliometrics analysis in the databases of the Web of Knowledge. We organize this production according to subject matter developed in each one of the 57 papers analyzed. Findings indicate that the most productive institutions correspond to ITESM, UNAM and UAM. It was found that studies on the production and transfer of knowledge are discussed from perspectives of knowledge management, spatial references (clusters, technology parks, regions of knowledge or cities of knowledge) and macro visions under the design and analysis of public policies that articulate the innovation ecosystems.

Keywords: university-industry; technology transfer; knowledge transfer; knowledge networks; innovation; entrepreneurship; Mexico.

1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones académicas en torno a las diversas manifestaciones de vinculación que pueden tener lugar entre las producciones del sistema científico y las entidades sociales exógenas, se han abordado privilegiando su pertinencia económica (Luque, 2015). Es decir, desde la concepción de que, tanto los conocimientos y recursos humanos que se generan desde las universidades, tienen el potencial suficiente como para incidir en el crecimiento y progreso de los sistemas económicos. A este paradigma se le conoce como economía basada en el conocimiento y en el aprendizaje interactivo (Lundvall, 2004). En este sentido, el conocimiento es el capital, el aprendizaje en red es el proceso más importante y la innovación es el resultado que garantiza la competitividad sostenida de las empresas, regiones y naciones. Por otro lado, la herencia de la revolución verde y las crisis sociales han invitado a los estudiosos de estos temas a la reflexión, y se pueden leer propuestas de vinculación para la solución inmediata de problemas de corte social y ambiental.

La literatura académica reconoce las dinámicas de vinculación universidad-industria dentro de modelos como la triple hélice y el triángulo de Sábato (Etzkowitz y Leydesdorff, 1997; Sábato y Botana, 1975); sistemas nacionales de innovación y ecosistemas emprendedores, (Lundvall y otros, 2002; Isenberg, 2010); regiones o ciudades de conocimiento (Casas y otros, 2000; Carrillo, 2004); y modelos ligados a infraestructura particular como los clúster, parques y laboratorios nacionales (Porter, 1998; Westhead y Batstone, 1998).

Si bien se plantea qué es y cómo tiene o debería tener lugar la vinculación academia-industria, también se han estudiado los atributos de los actores a partir de la forma de producción de conocimiento. Por un lado, se plantea la tercera misión de las universidades, que hace referencia a cualquier esfuerzo para generar, usar, aplicar y aprovechar el conocimiento entre la universidad y el resto de la sociedad (Molas y otros, 2002); en este sentido otros términos afines son la universidad emprendedora y la universidad socialmente responsable. Por otro lado, en el ámbito empresarial, se habla de un modelo de innovación abierta que gestiona el uso intencional de entradas y salidas de conocimiento tendientes a acelerar procesos de I+D interna y ampliar los mercados, que a su vez supone la interacción con otras empresas y organismos de I+D, como las universidades (Chesbrough, 2003). De manera más general, el Modo 2 de producción de conocimiento propone que el conocimiento se genera en contextos dinámicos de aplicación que requieren negociaciones continuas y que involucra a actores no académicos (Gibbons y otros, 1994).

En la Tabla I, a manera de resumen, se pueden identificar siete unidades analíticas, mismas que se agruparon por afinidad de propósito y se propone una clasificación en función del propósito de la vinculación.

Estas unidades de análisis se enfocan en las distintas facetas de la dinámica de vinculación, difusión, producción, uso y comercialización del conocimiento. En cualquier caso, existen complementariedades, por ejemplo, una política de innovación abierta en la empresa supone el uso de herramientas para gestionar el conocimiento y el capital intelectual.

2. MÉTODO

A partir del primer acercamiento a la literatura sobre la vinculación universidad-industria se seleccionaron siete palabras clave para la búsqueda bibliométrica en la base de datos de Web of Knowledge (WoK): “entrepreneur*”, “technology transfer”, “knowledge transfer”, “knowledge network”, “innovation”, “R&D and industry”, más la palabra “university” y los filtros “Mexico” en países/territorios y “Business & Economics” en áreas de investigación. Se ubicaron 57 artículos que fueron publicados entre 1978-2015. Con los datos obtenidos se clasificaron los textos en función de si la vinculación universidad-industria tenía como propósito un impacto inmediato social y/o ambiental o económico (desarrollo empresarial); se identificaron las aproximaciones de investigación, cualitativas y/o cuantitativas; las instituciones de adscripción de los autores y espacios de difusión, foros o revistas.

Clasificación	Unidad analítica	Propósito	Autores
Enfoque relacional universidad-industria-gobierno	<ul style="list-style-type: none"> · Triple hélice · Triángulo de Sábato 	Generación de innovaciones en contextos de aplicación, por lo que se exige la colaboración en red de productores y usuarios de conocimiento.	Etzkowitz y Leydesdorff. (1997); Sábato y Botana (1975).
Enfoque en modelos de desarrollo de capital científico, tecnológico y de innovación	<ul style="list-style-type: none"> · Sistema Nacional de Innovación · Ecosistema emprendedor 	Generación de innovaciones a partir del fortalecimiento de los agentes de producción, distribución y usuarios del conocimiento científico y tecnológico.	Lundvall, y otros (2002); Isenberg (2010).
Enfoque en los atributos de los actores	<ul style="list-style-type: none"> · Tercera misión de las universidades · Emprendimiento académico · Innovación abierta · Sociedad del conocimiento 	Generación de innovaciones en redes distribuidas con enfoque de mercado y socialmente responsables.	Molas y otros (2002); Bercovitz y Feldman (2008); Chesbrough, (2003); Stehr (1998).
Enfoque organizacional con énfasis territorial	<ul style="list-style-type: none"> · Regiones de conocimiento · Ciudades de conocimiento 	Desarrollo de innovaciones para garantizar el desarrollo social, económico y sustentable dentro de un marco territorial delimitado geográficamente.	Casas y otros (2000); Carrillo (2004).
Enfoque organizacional con énfasis en la infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> · Clúster · Parques científicos y tecnológicos · Laboratorios Nacionales 	Innovaciones para la competitividad industrial.	Porter (1998); Westhead y Batstone (1998); Carayannis y otros (1998).
Organismos de gestión de procesos de innovación	<ul style="list-style-type: none"> · Incubadoras de empresas · Oficinas de transferencia 	Organizaciones que facilitan operativamente los procesos de innovación y la generación de empresas.	Roberts y Malone (1996); Siegel y otros (2003).
Herramientas de gestión de la innovación	<ul style="list-style-type: none"> · Gestión del conocimiento · Gestión del capital intelectual 	Sistematización de la generación, documentación, difusión, intercambio y uso del conocimiento.	Hermans y otros (2007); Draghici y otros (2015).

Tabla I. Resumen de modelos que integran la vinculación universidad-industria.

3. HALLAZGOS

Las formas de medir la vinculación se orientan a prácticas de vinculación, espacios de interacción, herramientas de mediación, y atributos de los actores. En los documentos encontrados se han identificado las variables denominadas canales de interacción, que se pueden entender como las prácticas que vinculan a la universidad con el sector industrial. Los espacios en donde idealmente se construyen sinergias universidad-industria se conciben como clústeres tecnológicos o parques tecnológicos.

Las herramientas de gestión constituyen un componente medular para intermediar la colaboración; y aunque la propiedad intelectual es una herramienta de gestión, decidimos poner en un punto aparte las patentes dada la importancia que se les ha dado en materia de política pública en fechas recientes. Los atributos que se estudian son el emprendimiento e innovación, la sociedad del conocimiento y la universidad innovadora.

Tabla III. Artículos con mayor número de citas (1978-2015).

Institución	Autores	Título	Publicación	Año	Citas
Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) & Universidad Carnegie Mellon	Lowe, Robert A.; Gonzalez-Brambila, Claudia.	Faculty entrepreneurs and research productivity	Journal Of Technology Transfer	2007	49
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM); Instituto Superior Técnico de Lisboa; Universidad Carnegie Mellon	Horta, Hugo; Veloso, Francisco M.; Grediaga, Rocio.	Navel gazing: academic inbreeding and scientific productivity	Management Science	2010	26
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	López-Martínez, R. E.; Medellín, E; Scanlon, A. P.; Solleiro, J. L.	Motivations and obstacles to University-Industry cooperation (UIC) - A mexican case	R & D Management	1994	21
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (ECLAC) & Universidad de Sussex	Padilla-Pérez, Ramón.	A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: The Electronics Industry in two Mexican regions	Research Policy	2008	17
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) & Universidad de Ottawa	Dutrénit, Gabriela; De Fuentes, Claudia; Torres, Arturo.	Channels of interaction between public research organisations and industry and their benefits: evidence from Mexico	Science And Public Policy	2010	17

3.1. Aproximaciones conceptuales: vinculación para el impacto inmediato social y/o ambiental y/o económico (desarrollo empresarial).

Al analizar los datos en función de cómo se entendía la vinculación universidad-industria a partir de las motivaciones relacionales —desarrollo social o empresarial—, se identificó que el 9% de las investigaciones plantea a la producción académica como una contribución a la construcción de la *sociedad del conocimiento* y el resto se enfoca a fortalecer las prácticas de mercado.

De acuerdo con la UNESCO (2005), la sociedad del conocimiento implica la construcción de capacidades con vistas a crear y aplicar los conocimientos necesarios para el desarrollo humano. En esta línea, otro marco de análisis es el *desarrollo basado en el conocimiento*, es decir, el conocimiento y el capital intelectual como las bases de una nueva fuente y motor del desarrollo económico y social (Cantú y otros, 2009). Las investigaciones bajo esta lógica de vinculación se centran en la construcción de *ciudades o regiones de conocimiento* y en resolver problemas nacionales y regionales.

Las innovaciones también se pueden definir como *innovaciones sociales* y se definen como todas aquellas innovaciones que contribuyen de forma novedosa a mejorar la calidad de vida de la sociedad y que al mismo tiempo genera beneficios económicos o al menos sostenibles (Alonso y otros, 2015). Si bien nuestra búsqueda no arrojó ningún trabajo sobre la apropiación social del conocimiento, cabe señalar que la literatura académica en México reporta un caso de éxito, el que alertó sobre un problema ambiental: la pérdida de la capa de ozono. El artículo hace un recuento de todos los mecanismos desplegados —infraestructura, marcos regulatorios, divulgación masiva, programas y tratado internacionales— para contrarrestar el daño ambiental (Contreras y otros, 2015).

En un sentido de mercado, términos como, *emprendimiento e innovación* en general aluden al paradigma de la economía basada en el conocimiento. De acuerdo con Powell y Snellman (2004) en una economía basada en el conocimiento impera el uso intensivo de conocimiento, lo que hace posible el crecimiento rápido y sostenido de un sistema económico. En esta visión, la literatura académica desde México ha buscado detectar y diagnosticar tanto prácticas de vinculación, como espacios de interacción academia-industria, como los *clústeres y parques tecnológicos* y el diseño de *herramientas de gestión*.

3.1.1. Canales de vinculación

Tomando distancia sobre la intención de la vinculación y la construcción de espacios y herramientas estructuradas para la cooperación, en términos pragmáticos, las investigaciones han indagado sobre qué prácticas son las que vinculan la universidad con la industria, en otras palabras, los canales de interacción. El papel de las universidades en términos generales se ubica en términos de docencia e investigación. Para lograr su pertinencia, ambos roles requieren que nazcan vinculados. Por un lado, que los estudiantes egresen con perfiles adecuados para el mercado laboral o con habilidades para el emprendimiento. Y en el otro sentido, que los conocimientos que se generen en la universidad puedan ser de utilidad en términos económicos o sociales. A dichos canales de vinculación se asocian las motivaciones de los actores involucrados, así como los beneficios obtenidos y las barreras que se presentan. Dutrénit y Arza (2010) proponen una serie de variables para el análisis de las actividades de vinculación desde la visión de las universidades. Clasifican las interacciones en cuatro canales: bidireccional, tradicional, comercial y de servicios, en función de si el beneficio de

los investigadores es intelectual o económico. La Tabla III contiene las diversas unidades de medida para el análisis de las prácticas de vinculación universidad-industria, así como los beneficios que reporta para la universidad.

Tabla IV. Marco de análisis de las prácticas de vinculación universidad-industria, desde la perspectiva de la universidad. *Elaboración propia a partir de Dutrénit y otros (2010).*

Unidad analítica	Beneficios	Unidad de medida
<i>Capacidades comerciales y de servicio</i>	Beneficios económicos mediante la explotación y uso de intangibles existentes en la academia a través de canales comerciales y de servicios	<ul style="list-style-type: none"> - Comercialización de resultados - Creación de empresas - Asesoramiento y consultoría - Comercialización de servicios basados en infraestructura
<i>Actividades tradicionales y bidireccionales</i>	Beneficios intelectuales mediante la ampliación y desarrollo de las capacidades existentes en la academia	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos de I+D en colaboración - Contratos de investigación - Movilidad de personal - Cursos y actividades de formación - Alineamiento curricular - Formación de redes sociales - Disseminación no-académica

La importancia de identificar estas variables radica en que a partir de éstas se pueden realizar diagnósticos y mejoras precisas sobre los canales más pertinentes en función de los beneficios que se persiguen. Algunas investigaciones sugieren que los mecanismos de vinculación que más beneficios reportan son los desarrollos tecnológico o consultorías que involucran el lanzamiento al mercado de nuevos productos o servicios (Torres y otros, 2011; Valmaseda y otros, 2015). Respecto al indicador más utilizado para medir la productividad académica, las publicación de artículos de investigación y sus respectivas citas, existe evidencia de que las publicaciones en colaboración academia-industria no tiene impactos significativo en esta práctica (Banal y otros, 2015; Miramontes y González, 2016; Zhou y otros, 2016).

Otra forma de abordar el estudio de los canales de vinculación es a partir de las motivaciones y los obstáculos que se presentan. En el trabajo de López y otros (1994) se estudian las condiciones estructurales, institucionales, individuales y del sistema de comunicación bajo los que se desarrollan proyectos de I+D entre investigadores de la UNAM y algunas empresas. Las condiciones estructurales están determinadas por los aspectos económicos, políticos y tecnológicos, mismos que escapan del control de los actores involucrados; por ejemplo las políticas públicas en ciencia y la subsecuente asignación del gasto público y la innovación empresarial. Los aspectos instituciones se plantean como los objetivos de cada esfera; por ejemplo, la universidad busca mantener vigente la relevancia social, diversificar las fuentes de financiamiento, etc., y las compañías persiguen incrementar la competitividad técnica dentro del mercado. Finalmente, el sistema de comunicación enlaza el continuo entre las posturas individuales influidas por las condiciones institucionales y estructurales.

En De Fuentes y Dutrénit (2012), para estudiar los beneficios de la interacción academia-industria se plantean los beneficios de fortalecer las actividades de investigación, desarrollo e innovación desde la perspectiva de las empresas y los beneficios económicos e intelectuales desde la visión de los investigadores. La Tabla IV muestra una síntesis de las variables propuestas por ambos trabajos.

Tabla V. Variables para el análisis de las motivaciones y barreras de vinculación universidad-industria. *Elaboración propia a partir de López y otros (1994) y De Fuentes y Dutrénit (2012)*

	Motivaciones		Barreras
	Investigadores	Empresas	
Elementos estructurales	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de recursos financieros e infraestructura para actividades de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de recursos humanos, infraestructura de I+D y capacidades de absorción 	<ul style="list-style-type: none"> - Brecha cultural - Falta de comunicación - Desconfianza mutua - Incertidumbre institucional
Elementos institucionales	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento del prestigio institucional - Difusión del conocimiento - Aproximación a investigación de frontera - Exposición a ambientes industriales 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento de actividades de I+D - Mejora de la calidad en productos y procesos - Conveniencia en costo (contratos de I+D vs compra de licencias o patentes) - Extensión de impuestos - Experiencias previas satisfactorias 	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de burocracia académica - Desacuerdos respecto a los costos, confidencialidad y derechos de propiedad intelectual - Brecha científica y tecnológica - Conflictos sobre la innovación abierta por parte de las empresas
Elementos individuales	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con el labor social de la ciencia y tecnología - Ingresos económicos adicionales - Incremento de perspectivas profesionales, conocimiento y prestigio 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento de la universidad como fuente innovaciones - Generación de capacidades de innovación 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de interés - Conflictos sobre la autonomía académica

3.1.2. Clústeres y parques tecnológicos

Varios autores han estudiado la relación entre la consolidación de polos de innovación y su ubicación en áreas geográficas estratégicas como factor clave para desarrollar ventajas competitivas o externalidades positivas (Porter, 2003; OCDE, 2007; Rottmer, 2011). La capacidad de innovación depende principalmente de la infraestructura básica para desarrollarla. Regiones y ciudades conocimiento, clústeres y parques tecnológicos surgen de la coexistencia de actores con tareas complementarias y objetivos alineados. Es así que la cercanía geográfica incentiva la producción de conocimiento e innovaciones en red por medio de la cooperación sistemática y el uso compartido de recursos y habilidades. Los

modelos de innovación basados en aglomeraciones productivas enfatizan, además de la cercanía geográfica, la importancia de contar con el capital intelectual, estructural y relacional (Hernández y otros, 2016). Por un lado las estructuras de apoyo corporativo e institucional crean espacios para procesos de innovación abierta que estimulan sinergias universidad-industria, y por otro lado, las políticas públicas que incentivan la vinculación crean canales para la construcción de confianza basada en resultados.

Dentro de los temas ubicados en nuestra búsqueda, tenemos que en México el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), universidad privada nacional, ideó proyectos para generar Parques Tecnológicos en sus campi. A este respecto, se localizaron dos trabajos de Molina y otros (2011, 2013): uno de ellos conceptualiza un conjunto de directrices para desarrollar un parque tecnológico operado por una institución de educación y el otro analiza el caso de éxito del Centro de Innovación y Transferencia de Tecnología en la Ciudad de Monterrey. En esta misma región, la investigación de Villasana (2011, 2012) estudia la interacción universidad-industria del clúster de biotecnología como instrumento de política tecnológica. Desde ambas visiones, parques tecnológicos y clústeres, Nuevo León presenta un caso interesante para explorar las interacciones universidad-industria en un marco de políticas diseñadas para involucrarlos activamente.

3.1.3. Emprendimiento e innovación

Un aspecto medular de los procesos creativos que devienen en innovación, es el emprendimiento. De acuerdo con la Ley Colombiana de Fomento a la Cultura Emprendedora (Ley 1014, 2006), el emprendimiento es una actitud de liderazgo y gestión de riesgos calculados que devienen en creaciones de valor que benefician a las organizaciones. En esta línea, para fines del presente análisis se entiende que la actividad emprendedora cristaliza las innovaciones a través de la creación de empresas y la actitud emprendedora puede desarrollarse a través de la educación.

La política empresarial y la política de innovación se relacionan de manera indirecta y co-dependiente (Mittelstädt y Cerri, 2008). Mientras el fomento a la creación y expansión empresarial fortalece los procesos de innovación, las políticas que fomentan la innovación estimulan la creación y consolidación de empresas, al comercializar los resultados de I+D. Es un lugar común plantear que las formas de evaluación de la producción académica o la introducción de la educación empresarial en el currículo, eventualmente tendrá influencia en las tendencias de innovación a largo plazo. A continuación se presentan las conclusiones de algunos de los trabajos encontrados respecto a las dinámicas institucionales (Lowe y González, 2007; Horta y otros 2010; Franzak y otros 2010), el emprendimiento en estudiantes (Brostow y Celinskiu, 1978; De los Dolores y Husted, 2011; Hallam y otros, 2015; Espíritu y Sastre, 2015) y las políticas públicas al respecto (Solleiro y otros 2007; Sánchez y Osorio, 2009).

El trabajo de Lowe y González (2007) analiza la productividad de 150 académicos emprendedores en 15 institutos de investigación en EUA y Canadá a partir de datos que combina características de la institución, información de licencias y registros de publicaciones en revistas. La investigación sugiere que: (1) los emprendedores académicos son más productivos, incluso antes de constituir la empresa; (2) basados en las citas, un

académico emprendedor es un científico de alto impacto. Los autores concluyen que estos resultados proporcionan un mejor entendimiento del papel de las empresas de nueva creación en la producción y comercialización del conocimiento.

La experiencia internacional reconoce que hay ciertas dinámicas que aumentan la productividad académica en términos comerciales; por ejemplo, Fleming y Sorenson (2004) evidencian el papel que desempeña la ciencia en el avance tecnológico y como la generación de conocimientos con potencial de mercado requieren la combinación de los conocimientos emergentes que residen fuera de la organización. A partir de una muestra de universidades mexicanas, Horta y otros (2010) presentan el fenómeno de la endogamia académica como una práctica nociva para las dinámicas de transferencia de conocimiento, ya que se privilegia la colaboración interna.

La creación de empresas desde las universidades es otra vía de transferencia tecnológica. El trabajo de Franzak y otros (2010) propone un modelo organizacional en el contexto universitario. A partir de dos casos de estudio, se plantea a las universidades como la puerta de acceso al talento, conocimiento y capital social necesario para soportar las presiones del mercado. Los dos activos principales que provee la universidad son una política de propiedad intelectual clara y experiencia sobre el mercado y los procesos de comercialización. La protección de la propiedad intelectual ligada al modelo de negocio recae en las oficinas de transferencia de tecnología y la guía sobre la comercialización, aunque menos formal, igual se consigue dentro de la universidad.

Dentro del sistema educativo formal, se han realizado acciones para fomentar el emprendimiento en estudiantes. Brostow y Celinskiu (1978) proponen una metodología de evaluación del rendimiento escolar. Sobre la base de que el estudiante universitario es un emprendedor en búsqueda de educación, la métrica propuesta caracteriza el progreso del aprendizaje de cada alumno en relación con los avances del objetivo principal. A partir de los datos duros, los resultados de la evaluación, el alumno puede auto gestionar sus recursos intelectuales y materiales de manera más puntual.

En el estudio de Dolores y Husted (2011) se plantea al género como categoría de análisis del capital humano en los procesos de emprendimiento e innovación. Los resultados muestran que la probabilidad de que un individuo identifique oportunidades de innovación incrementa con el conocimiento previo de las necesidades del cliente y con la experiencia empresarial, sin diferencias de género. En sintonía, Hallam y otros (2015) coinciden que la experiencia formativa es un factor precursor para el emprendimiento, y añaden a la lista cuestiones culturales y ambientales —percepción del individualismo, control de la incertidumbre y oportunidades para iniciar negocios—. El estudio de Espíritu y Sastre (2015) identifica la incidencia positiva de rasgos de la personalidad —autocontrol, ambición, bondad, neurosis, tolerancia a la incertidumbre, toma de riesgos y extroversión— en la intención de emprender.

Tabla VI. Herramientas de gestión de conocimiento, adaptación de Solleiro yTerán (2013).

Función del conocimiento	Tipo de conocimiento	Herramienta de gestión
--------------------------	----------------------	------------------------

Crear y capturar	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos intangibles que aportan o agregan valor para la organización: humano, estructural y relacional. - Información externa que pueda afectar planes, decisiones y operaciones de la organización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de activos intelectuales - Mapeo de conocimientos e inteligencia competitiva
Distribuir y compartir	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas de promoción, valuación, protección, vigilancia, licencia y uso de derechos de propiedad intelectual. - Proceso de definición de activos intelectuales comercializables y desarrollo y seguimiento de contratos de transferencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de la propiedad intelectual - Transferencia de resultados de investigación
Asimilar y aplicar	<ul style="list-style-type: none"> - Metodologías de selección de proyectos (análisis técnico, económico y financiero). - Metodologías de gestión de proyectos. - Manejo de grupos de trabajo. - Definición de la oferta de valor en base a la identificación de necesidades de los clientes y la capacidad de la organización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Administración de proyectos - Administración de la cartera de servicios
Reutilizar y renovar	<ul style="list-style-type: none"> - Información relacionada con los clientes que garantiza la viabilidad comercial a largo plazo. - Indicadores de desempeño y retribución del personal 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de negocios y formación de capital de cliente - Evaluación y motivación al personal

La innovación como estrategia de estado para garantizar la competitividad en sectores industriales, se ha reflejado en la implementación de políticas públicas orientadas a consolidar los sistemas nacionales de ciencia y tecnología. Desde esta visión, el trabajo de Solleiro y otros (2007) analiza el contexto económico e industrial de México, España, Chile y Corea con la finalidad de encontrar las mejores prácticas; los autores sugieren que el diseño y puesta en marcha de políticas públicas debe ser un ejercicio en red que garantice la capacidad de agencia de la diversidad industrial; igualmente proponen al gobierno como el actor que integre el sistema de innovación y al sector productivo como el miembro más activo en materia de inversión y en la apropiación del proceso de innovación; finalmente, subrayan que la consolidación de masa crítica es un factor clave de éxito. En otro sentido, y teniendo como eje a las universidades, Sánchez y Osorio (2009) estudian los alcances que los cambios recientes en política de ciencia y tecnología en América Latina han significado para las instituciones de educación superior; los autores apuntan que el cambio en las políticas han orientado sustancialmente las investigaciones que se producen en las universidades hacia la consolidación de los sistemas de innovación, en el sentido de se han visto favorecidos los proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

3.1.4. Herramientas de gestión de conocimiento y tecnología

Dado el aporte competitivo que supone el conocimiento, se hace necesario el desarrollo de herramientas que sistematicen la generación, documentación, difusión, intercambio, uso y

mejora de conocimientos individuales y organizacionales (Solleiro y Terán, 2013). Solleiro y Terán (2013) establecen subsistemas de gestión, asociados a las funciones de la gestión de conocimiento propuesta por Plaz (2013), como se muestra en la Tabla V.

Olavarrieta & Carrillo (2011) proponen una herramienta de evaluación, desarrollo y gestión de inteligencia de capital para un Centro de Desarrollo de Software dentro de una estructura universitaria (ITESM). Por su parte Vega y otros (2011) presentan una metodología para la valoración de tecnología precompetitiva para el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM.

3.1.5. Patentes

De acuerdo con la OMPI, para lograr una transición exitosa desde los resultados de la investigación hasta un producto o servicio aceptado por el mercado, la protección adecuada de los derechos de propiedad intelectual es un elemento esencial (Nezu, 2007). Las patentes son el medio más generalizado que existe para proteger los derechos de los inventores, ya que ofrecen al inventor reconocimiento por su actividad creativa y retribución material por su invención comercial. Se dice que las patentes fomentan la innovación al divulgar la invención de modo que terceros puedan beneficiarse de los nuevos conocimientos y contribuir al desarrollo tecnológico. Por ello las patentes han sido objeto de categoría de análisis en las investigaciones sobre innovación academia-industria.

En un comunicado, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) informa que entre 2009 y 2014 había recibido por parte de universidades e institutos de investigación nacionales, entre el tres y cuatro por ciento del total de las solicitudes de patente para protección de inventos e innovaciones, (IMPI, 2014). Respecto al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Millán y Meza (2015), identifican una baja participación de los miembros del SNI en el sistema de patentes mexicano ya que de las áreas susceptibles a desarrollar tecnología, solo el 3,44% concluyen en una patente otorgada. Como una forma de medir el uso del conocimiento generado en las universidades, Azgara (2015) estudia las referencias universitarias, esto es, citas a patentes solicitadas por universidades o artículos científicos, contenidas en los documentos de patentes españolas. El autor encuentra que el 10% de las fuentes son referencias nacionales y que se accede mayoritariamente a universidades estadounidenses.

En México, las dinámicas de generación de patentes en centros públicos de investigación —UNAM y Centros Conacyt— son estudiadas por Corona (2012, 2015). El autor busca relacionar las actividades de vinculación, investigación, desarrollo tecnológico y docencia con la generación de patentes. La investigación concluye que la generación de patentes se explica parcialmente por el perfil tecnológico y el establecimiento de oficinas de transferencia. Y plantea que las opciones tecnológicas, campos de conocimiento, grupos de investigación, políticas institucionales, disposición de los investigadores y las organizaciones intermediarias, son indicadores que explicarían mejor las dinámicas de generación de patentes. El artículo de Díaz y Aboites (2013) explora el perfil de los grupos académicos —de la UAM— que tienen el mayor número de patentes. Para tal caso, mide la densidad, la reciprocidad, la centralidad, lazos internos y externos, participación de estudiantes, publicaciones, vínculos con la industria y el apoyo financiero. Los resultados muestran que

los vínculos con la industria y la participación de estudiantes son características correlacionadas con la productividad en patentes; los autores apuntan que el liderazgo del grupo, la toma de riesgos y los recursos autogenerados, explican la dinámicas en red que favorecen la actividad inventiva y la independencia organizacional de la estructura formal de la institución. A partir de una muestra de 80 universidades mexicanas, Calderón y García (2013) muestran como las características institucionales —tamaño y calidad investigadora—, la presencia de una oficina de transferencia de tecnología y el entorno socioeconómico, influyen positivamente en la capacidad institucional de generar patentes.

3.1.6. Sociedad del conocimiento

En la sociedad del conocimiento, el motor es la aplicación del conocimiento a través de su transferencia. Olivé (2008) plantea que el fin primordial de los sistemas de innovación debe ser el análisis y solución de problemas sociales a partir de políticas económicas, educativas y culturales. En estos términos, dichos sistemas, —o redes socioculturales de innovación—, además de generar conocimiento, proveen de mecanismos que garantizan la satisfacción de las demandas sociales. Así, el éxito de las políticas dependerá de la construcción de una sociedad del conocimiento, es decir, de que los grupos sociales cuyos problemas se trata de resolver tengan la capacidad de generar y absorber el conocimiento pertinente.

En línea con la teoría de desarrollo basada en el conocimiento o KBD (*Knowledge Based Development*), se han propuesto modelos de producción y apropiación. En Cantú y otros (2009), se propone un modelo que detecte, mida, proponga soluciones y de seguimiento a problemáticas regionales, bajo un ambiente universitario. De manera más puntual, en Neme (2012) se plantea un modelo para hacer más competitiva la industria de la tortilla y en Aparicio y otros (2008), un modelo de asistencia técnica para investigar las problemáticas y posibles soluciones en materia hidráulica en países en desarrollo.

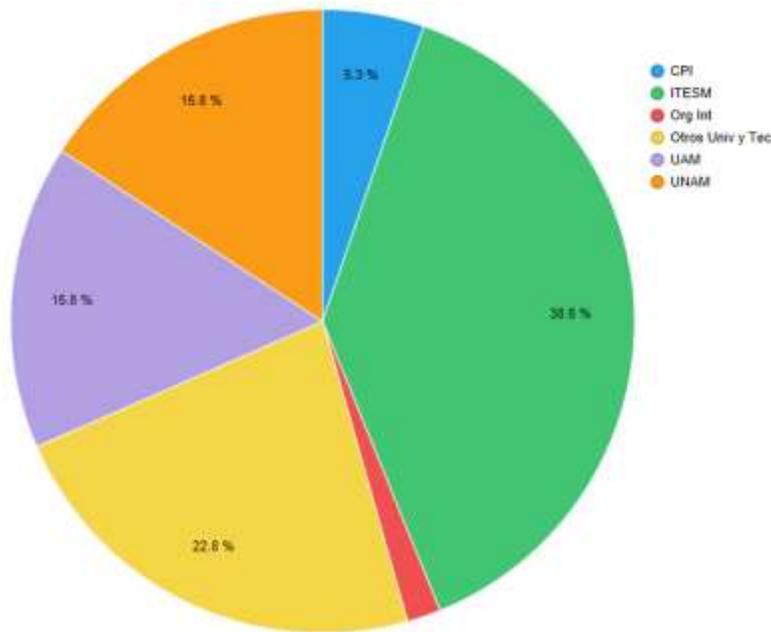
Es evidente que en este tipo de organizaciones, la universidad, las empresas y el gobierno, son un actor más, y su valía depende de su capacidad de interacción en la búsqueda de soluciones a las demandas del entorno.

3.1.7. Universidad innovadora

La vinculación es un proceso complejo que exige transformaciones institucionales. Las universidades han transitado hacia la consolidación de nuevas formas de apropiarse, producir, usar y transferir conocimiento por medio de redes. De acuerdo con Castells (2000), el motor de la sociedad del conocimiento son las tecnologías de información que hacen emerger dichas redes. Por su flexibilidad, escalabilidad y capacidad de supervivencia, las redes se convirtieron en las formas de organización más eficientes. En este apartado se mencionan algunos de los textos que describen prácticas de enseñanza-aprendizaje y gestión que pueden definir a una universidad innovadora en términos de la explotación de las tecnologías de información. La virtualización hace referencia a procesos de comunicación mediante el uso de herramientas electrónicas —recursos en telecomunicaciones, redes electrónicas y multimedia—. En las universidades, la virtualización puede cubrir procesos de enseñanza-aprendizaje, investigación y gestión. En Cárdenas (1999), así como en Sheremetov y Romero (2003), se plantean modelos de enseñanza virtual, y en Rivera y otros

(2009) se analiza el funcionamiento de una comunidad virtual de práctica conformada por unidades de recursos humanos de diferentes campi.

Grafica 1. Distribución del número de investigaciones en torno al fenómeno de vinculación universidad-industria por institución académica (1978-2015).



3.2. Áreas de adscripción e instituciones

El ITESM es la institución más productiva de investigación en materia de vinculación academia-industria, lo que se puede explicar dada su naturaleza de institución privada. De acuerdo con la literatura el ITESM ha explorado todos los canales de vinculación, cuenta con parques tecnológicos, incubadoras de empresas, *e-learning*, programas de emprendimiento, programas de formación con proyectos vinculados, etc. También se pueden identificar dentro de la UAM un grupo de investigación ligado al Programa en Economía, Gestión y Políticas de Innovación. El trabajo con más antigüedad que se registra es el estudio de caso del *Centro de Innovación Tecnológica (CIT)* de la UNAM (Waissbluth, 1988). La misión del CIT era estrechar las relaciones universidad-sector productivo, mediante la promoción y difusión de los resultados de investigación con el propósito de incidir en los procesos de innovación tecnológica de las unidades productivas. De manera paralela, también generaba investigación y programas de educación en la administración de la innovación tecnológica. Actualmente la UNAM cuenta con la Coordinación de Innovación y Desarrollo, entidad que persigue los mismos propósitos que el CIT.

3.3. Espacios de difusión

Con ocho presentaciones, *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, es el foro más visitado. La Tabla IV muestra las revistas con mayor frecuencia de publicación de artículos sobre vinculación academia-industria..

Tabla VII. Revistas con mayor frecuencia de publicación.

Revista	Editorial	Factor de impacto	N° de publicaciones
Journal of Knowledge Management	Emeraldinsight	1.586	2
Research Policy	Elsevier	3.117	4
Science and Public Policy	Oxford Journals	0.992	4

4. CONCLUSIONES

Lo aquí expuesto es un ejercicio de visualización panorámica respecto a las investigaciones desde México en materia de vinculación. Conviene señalar que no se trata de una búsqueda exhaustiva debido a que la metodología supone ciertas limitaciones. Por ejemplo, la búsqueda no mostró investigaciones como las de Casalet y Casas (1996) y Cárdenas y otros (2012) basados en encuestas que muestran el estado de la vinculación en México. O los trabajos que caracterizan los estadios de vinculación en México como procesos coevolutivos entre los modelos económicos y el sistema de ciencia y tecnología (Casas y Dettmer, 2003; Gutiérrez, 2004).

La revisión de los trabajos considerados en este documento, permite observar que la vinculación entendida como todo ejercicio de producción, difusión y uso del conocimiento científico desde las universidades fuera del ámbito académico, se puede abordar desde mecanismos intermediarios, capacidades de explotación y uso del conocimiento y las actividades de investigación, docencia y difusión.

A nivel micro, las políticas institucionales definidas por el perfil de las universidades, la presencia de las oficinas de transferencia tecnológica, infraestructura para I+D, los incentivos para la generación tanto de patentes, como de empresas de base tecnológica y la implementación de herramientas para gestionar el conocimiento, han figurado como objeto de investigación al ser referentes intermediarios para la producción y comercialización de innovaciones desde la universidad. Desde un nivel meso, la perspectiva espacial como los clústeres, parques tecnológicos y las ciudades de conocimiento han sido un referente para estudiar las dinámicas de vinculación entre los diversos organismos que componen el ecosistema de innovación.

Las instituciones que más investigaciones tienen son el ITESM, la UAM y la UNAM. La alta productividad del ITESM se explica por sus dinámicas de vinculación, que cubren todo el espectro, desde parque tecnológicos hasta programas de emprendimiento dentro de la formación de sus alumnos. Los trabajos de la UNAM, entre otras líneas de investigación, también están ligados a la experiencia de proyectos vinculados, particularmente a los

circunscritos a la Coordinación de Innovación y Desarrollo. La UAM, por otro lado parte desde la teoría y tiene su base en un programa de posgrado.

Tanto a nivel institucional como territorial, las investigaciones emplean evidencia empírica y teórica, ya sea de manera exploratoria a través de indicadores o de manera exhaustiva por medio de estudios de casos. La vinculación plantea en sí un problema transdisciplinario. Al tratarse de relaciones, en principio, circunscritas en marcos institucionales divergentes, por lo que las investigaciones en este campo integran aspectos culturales, políticos, económicos, jurídicos, etc., que generan un mejor entendimiento del fenómeno relacional. Es así que desde la economía, la ingeniería, la administración, las ciencias políticas y sociales se han construido herramientas tanto prácticas, como teóricas para propiciar escenarios de colaboración.

5. AGRADECIMIENTOS/ACKNOWLEDGEMENTS

Agradecemos a Conacyt (México) la beca 21925 otorgada a Deyanira Hernández Sánchez y el apoyo a través del proyecto 220066.

We acknowledge support from Conacyt (Mexico) for a PhD fellowship 21925 (Deyanira Hernández Sánchez) and the project number 220066.

6. REFERENCIAS

- Alonso Martínez, D.; González Álvarez, N.; Nieto, M. (2015). La innovación social como motor de creación de empresas. *Universia Business Review*, 48-63
- Aparicio, J.; Lobato, R.; Boyer, D. (2008). Technical aid for hydraulics research in developing nations. *Environ Fluid Mech*, vol. 8, 461–469.
- Azagra Caro, J. (2015). Acceso al conocimiento público universitario en España: patrones geográficos. *Revista española de Documentación Científica*, vol. 38(1)
- Banal Estanol, A.; Jofre Bonet, M.; Lawson, C. (2015). The double-edged sword of industry collaboration: Evidence from engineering academics in the UK. *Research Policy*, vol. 44, 1160–1175.
- Bercovitz, J.; Feldman, M. (2008). Academic Entrepreneurs: Organizational Change at the Individual Level. *Organization Science*, 19(1):69-89.
- Brostow, W.; Celinski, O. (1978). Evaluation Variables in Personalized Teaching and Sharing of Records with Students. *IEEE Transactions on Education.*, vol. 21(4), 236-240.
- Calderón Martínez, M. G.; García Quevedo, J. (2013). Knowledge transfer and university patents in Mexico. *Academia, Revista Latinoamericana de Administración*, vol. 26(1), 33-60.
- Cantú, F. J.; Bustani, A.; Molina, A.; Moreira, H. (2009). A knowledge-based development model: the research chair strategy. *Journal of Knowledge Management*, vol. 13(1), 154 – 170.
- Carayannis, E. G.; Rogers, E. M.; Kurihara, K.; Allbritton, M. M. (1998). High-Technology spin-offs from government R&D laboratories and research universities. *Technovation*, vol. 18(1), 1–11.
- Cardenas, C. R. (1999). The ITESM's Virtual University and the educational models for the 21st century. *Space and the Global Village: Tele-Services for the 21st Century*.
- Cárdenas, S.; Cabrero, E.; Arellano, D. (2012). La difícil vinculación universidad-empresa en México: ¿Hacia la construcción de la triple hélice? CIDE Coyuntura y Ensayo.

- Carrillo, F. J. (2004). Capital cities: a taxonomy of capital accounts for knowledge cities. *Journal of Knowledge Management*, vol. 8(5), 28-46.
- Casas, R.; de Gortari, R.; Santos, M. J. (2000). The Building of Knowledge Spaces in Mexico: a regional approach to networking. *Research Policy*, vol. 29, 225-241.
- Casas, R.; Dettmer, J. (2003). Hacia la definición de un paradigma para las Políticas de Ciencia y Tecnología en el México del siglo XXI en Santos, M. J. (Coord.). (2003). Perspectivas y desafíos de la Educación, Ciencia y Tecnología, Colección México: Escenarios del nuevo siglo, IIS-UNAM, pp. 139-196.
- Casalet, M; Casas, R. (1998). Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad-Empresa. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Castell, M. (2000). Globalización, sociedad y política en la era de la Información. *Bitacora* vol. 4(1), 42-53.
- Chesbrough, H. (2003) The era of Open Innovation MIT. *Sloan Management Review*, vol. (44) 3, 35-41.
- Contreras Nuño, J. G.; Jiménez Álvarez, D.; Pichardo Corpus, J. A. (2015). Mario Molina y la saga del ozono: ejemplo de vinculación ciencia-sociedad. *Andamios. Revista de Investigación Social*, vol. 12(29), 15-32.
- Corona Treviño, L. (2015). Patenting in the University and Public Research Centers Considering Their Knowledge Profiles. *International Journal of Innovation and Technology Management*, vol. 12(3), 1-25.
- Corona Treviño, L. (2012). Patenting in the UNAM's Research Centers Considering its Knowledge Profile. *Proceedings of PICMET: Technology Management for Emerging Technologies*, pp. 1777-1789.
- De Fuentes, C.; Dutrénit, G. (2012). Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. *Research Policy*, 41:, 1666– 1682.
- De los Dolores González, M.; Husted, Bryan W. (2011). Gender, human capital, and opportunity identification in Mexico. *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 3(3), 236 – 253.
- Díaz Pérez, C; Aboites Aguilar, J. (2013). Institutional and Organizational Factors Associated to Academic Patenting in a Mexican University: Teams' Trajectories, Networks and Performance. *Proceedings of PICMET: Technology Management for Emerging Technologies*, pp. 1032-1043.
- Draghici, A.; Calin Florin, B; Maria Luminita, G.; Larisa Victoria, I. (2015). Knowledge Management Approach for the University-Industry collaboration in Open Innovation. *Procedia Economics and Finance*, vol. 23, 23 – 32
- Dutrenit, G.; De Fuentes, C; Torres, A. (2010). Channels of interaction between public research organisations and industry and their benefits: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 37(7), 513–526.
- Dutrénit, G.; Arza, V. (2010). Channels and benefits of interactions between public research organisations and industry: comparing four Latin American countries. *Science and Public Policy*, 37(7), 541–553.
- Espíritu Olmos, R; Sastre Castillo, M. A. (2015). Personality traits versus work values: Comparing psychological theories on entrepreneurial intention. *Journal of Business Research*, 68, 1595–1598.
- Etzkowitz, H; Leydesdorff, L. (1997). *Universities in the Global Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. Cassell Academic, London

- Etzkowitz, H; Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, vol. 29 (2), 109-123.
- Fleming, L; Sorenson, O. (2004). Science as a Map in Technological Search. *Strategic Management Journal*, 25, 909–928.
- Franzak, F. J.; Arechavala Vargas, R.; Wood, V. R. (2010). University Spinoffs as Vehicles for Economic Development: Implementing the Changing Role of the Institution. . *Proceedings of PICMET: Technology Management for Global Economic Growth*.
- Gibbons, M. (1994). Transfer sciences: management of distributed knowledge production. *Empirica*, 21(3), 259-270.
- Gutiérrez Serrano, N. G. (2004). La vinculación en el ámbito científico-tecnológico de México. Instituciones de Educación Superior en interacción con distintos actores. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, vol. 34.
- Hallam, C. R. A.; Zanella, G.; Dorantes, A; Cardenas, C. (2005) Entrepreneurial Self-Efficacy and Temporal Construal Effects in Identifying Nascent Technology Entrepreneurs. *Proceedings of PICMET: Management of the Technology Age*.
- Hermans J; Castiaux, A. (2007). Knowledge Creation through University-Industry Collaborative Research Projects. *The Electronic Journal of Knowledge Management*, 5(1): 43-54.
- Hernandez Sanchez, D; Leyva-Montiel, J. L.; Perez Angon, M. A. (2016). University-Industry Collaborations: A successful case in the electronics and software design area in Mexico. *Interciencia*. (En Revisión).
- Horta, H.; Veloso, F. M; Grediaga, R. (2010). Navel Gazing: Academic Inbreeding and Scientific Productivity. *Management Science*, vol. 56 (3), 414-429.
- IMPI (2014). www.impi.gob.mx/prensa/ComunicadosPrensa/IMPI_026_2014.pdf
- Isenberg, D. (2010). *How to Start an Entrepreneurial Revolution*. Harvard Business Review
- Ley 1014 de 2006(enero 26) De fomento a la cultura del emprendimiento. www.oei.es/etp/ley_fomento_cultura_emprendedora_colombia.pdf
- López Martínez, R. E.; Medellín, E.; Scanlon, A. P. (1994). Motivations and Obstacles to University-Industry Cooperation (UIC): A Mexican Case. *R & D Management*, vol. 24(1),17-31.
- Lowe, R. A.; Gonzalez Brambila, C. (2007). Faculty Entrepreneurs and Research Productivity. *Journal of Technology Transfer*, vol. 32, 173–194.
- Lundvall, B. A. (2004). The Economics of Knowledge and Learning, en Jesper L. Christensen, Bengt-Ake Lundvall, editors, Product Innovation, Interactive Learning and Economic Performance. Research on Technological Innovation, *Management and Policy*, vol. 8, 21 - 42.
- Lundvall, B. A. ; Johnson, B.; Andersen, E. S.; Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *In Innovation Systems , Research Policy*, vol. 31(2), 213-231.
- Luque Martínez, T. (2015). Actividad investigadora y contexto económico. El caso de las universidades públicas españolas. *Revista española de Documentación Científica*, vol. 38(1).
- Millán Quintero, G.; Meza Rodríguez, N. I. (2015). Los miembros del sistema nacional de investigadores mexicano: un acercamiento desde la producción de patentes 2003-2012. *Interciencia*, vol. 40(12).
- Rodriguez Miramontes, J; Gonzalez Brambila, C. (2016). The effects of external collaboration on research output in engineering. *Scientometric*, (por publicarse).
- Mittelstädt, A.; F. Cerri (2008). Fostering Entrepreneurship for Innovation. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2008/05, OECD.

- Molas Gallart, J.; Salter, A.; Patel, P.; Scott, A.; Duran, Xavier. (2002). *Measuring Third Stream Activities*. Final Report to the Russell Group of Universities, SPRU, University of Sussex.
- Molina, A.; Aguirre, J.M.; Breceda, M.; Cambero, C. (2011). Technology parks and knowledge-based development in Mexico: Tecnológico de Monterrey CIT 2 experience. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, vol. 13(2).
- Molina, A.; Romero, D. (2013). (University) Technology Parks Toolkit: knowledge transfer and innovation. The Tecnológico de Monterrey experience. *Proceedings International Technology Management Conference & 19th ICE Conference (ITMC)*. IEEE.
- Neme Calacich, S. (2012). University, Business and Government at the Competitiveness of SMEs in Tabasco: Case of Corn Tortilla, as part of the Knowledge Society. *7th International Forum on Knowledge Asset Dynamics and 5th Knowledge Cities World Summit: Knowledge, Innovation and Sustainability: Integrating Micro & Macro Perspectives*.
- Nezu, Risaburo. (2007). Technology Transfer, Intellectual Property and Effective University-Industry partnerships. The Experience of China, India, Japan, Philippines, the Republic of Korea, Singapore and Thailand. WIPO
- OCDE. (2007). Competitive Regional Clusters. National Policy Approaches.
- Olavarrieta Trevino, G.; Carrillo Gamboa, F.J. (2014). Intelligence capital: a capability maturity model for a software development centre. *Knowledge Management Research & Practice*, vol. 12(3): 289-96.
- Olivé, L. (2008). Innovación y cultura científico-tecnológica: desafíos de la sociedad del conocimiento. En *Ciencia, tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*. Valenti Nigrini, G., coordinadora. Flacso, México.
- Padilla Pérez, R. (2008). A regional approach to study technology transfer through foreign direct investment: the electronics industry in two Mexican regions. *Research Policy*, vol. 37: 849-860.
- Plaz, R. (2003) Gestión del conocimiento: una visión integradora del aprendizaje organizacional. *MadrI+D*, I8.
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, vol. 76(6), 77-90.
- Porter, M. E. (2003). The Economic Performance of Regions. *Regional Studies*, vol. 37(67), 549-578.
- Powell, W. W.; Snellman, K. (2004). The Knowledge Economy. *Annu. Rev. Sociol.*, vol. 30, 199-220
- Rivera, A.; Flores, R.; Rocha, J. (2009). Virtual community of practice: a special network of knowledge creation and sharing between individuals and groups. *Proceedings of the 10th European Conference on Knowledge Management*.
- Roberts, EB; Malone, DE. (1996). Policies and structures for spinning off new companies from research and development organizations. *R & D Management*, vol. 26(1), 17-48.
- Röttmer, N. (2011). *Innovation Performance and Clusters. A Dynamic Capability Perspective on Regional Technology Clusters*. Gabler.
- Sábato, J. y Botana, N. (1975). La ciencia y la tecnología en desarrollo futuro de América Latina. En Sábato, J., editor. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Paidós, Argentina.
- Sánchez Daza, G.; Osorio Moranchel, H. (2009). University research in the global environment, the challenges of the science and technology policies in Latin America, 1990-2007. *Atlanta Conference on Science and Innovation Policy*.

- Sheremetov, L.; Romero Salcedo, M. (2003). Telecommunication technologies applied in the Virtual Corporate University Project at the Mexican Petroleum Institute. *Proceedings of 10th International Conference on Telecommunication*, vol. 2, 1693-700.
- Siegel, D.; Waldman, D.; Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, vol. 32, 27-48.
- Solleiro, J. L.; Castañón, R.; Herrera, A.; Montiel, M. (2007). A Comparative Analysis of Innovation Policy in Mexico, Spain, Chile and Korea. *Proceedings of PICMET: Management of Converging Technologies*, pp. 392-400.
- Solleiro, J. L.; Terán, A. (2013). *Buenas prácticas de Gestión de la Innovación en Centros de Investigación Tecnológica*. Instituto de Investigaciones Electricas y UNAM, México, DF.
- Stehr, N. (1998). The university in knowledge societies. *Social Epistemology*, vol. 12(1), 33-42.
- Torres, A.; Dutrénit, G; Sampedro, J. L.; Becerra, N. (2011). What are the factors driving academy-industry linkages in latecomer firms: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, vol. 38(1), 31-42.
- UNESCO, (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*.
- Valmaseda Andia, O.; Albizu Gallasteg, E.; Fernández Esquinas, M.; Fernández de Lucio, I. (2015). La relación entre las empresas españolas y el CSIC: motivaciones, mecanismos y beneficios desde la perspectiva empresarial. *Revista española de Documentación Científica*, vol. 38(4).
- Vega González, L.R.; Qureshi, N.; Kolokoltsev, O.V.; Ortega Martínez, R.; Saniger Blesa, J.M. (2010). Technology valuation of a scanning probe microscope developed at a university in a developing country. *Technovation*, vol. 30, 533-539.
- Villasana, M. (2011). Fostering university-industry interactions under a triple helix model: the case of Nuevo Leon, Mexico. *Science and Public Policy*, vol. 38(1), 43-53.
- Villasana, M. (2012). University-industry interactions in biotechnology: implications for the development of a high-tech cluster. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, vol. 9(4).
- Waissbluth, M; Cadena, G; Solleiro, J. L. (1988). Linking University and Industry - An Organizational Experience in Mexico. *Research Policy*, vol. 17(6), 341-347.
- Westhead, P.; Batstone, S.. (1998). Independent Technology-based Firms: The Perceived Benefits of a Science Park Location. *Urban Studies*, vol. 35(12), 2197-2219.
- Zhou, P; Tijssen, R; Leydesdorff, L. (2016). University-industry collaboration in China and the USA-A bibliometric comparison. *Plos One* (por publicarse).