



APRENDIZAJE Y CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Arturo Torres Vargas¹

Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco, Ciudad de México
Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Coyoacán, 04560, México DF

Pone: (5255) 5483 7000 Ext. 3160

Fax: (5255) 5483 7139

E-mail: atorresv@correo.xoc.uam.mx

Abstract

The aim of this article is to provide an overview of the literature on learning and the building of technological capabilities processes at the firm's level in both, developing and developed countries. It also briefly reviews some works dealing with these issues at the level of sectors and countries. After analyzing the strengths and weaknesses of the existing approaches, the paper attempts to identify the research themes that seem to be emerging (such as new indicators of technological capabilities, building capabilities in the services sector and learning networks) and advances some ideas about the areas that require further research to be done.

Keywords: technological capabilities, building capabilities, learning networks

Resumen

El objetivo de ese artículo es revisar la literatura y proporcionar una visión general acerca del aprendizaje y construcción de las capacidades tecnológicas dentro de las empresas en países desarrollados y en vías de desarrollo. También repasa algunos trabajos que se ocupan de algunos sectores y países. Después de revisar las fortalezas y debilidades se identifican algunos temas de investigación que parecen ser emergentes (como por ejemplo los indicadores de capacidades tecnológicas, del sector de servicios, aprendizaje de redes) y algunas ideas acerca de aquellos sectores que requieren una investigación adicional.

Palabra clave: Capacidades tecnológicas, construcción de capacidades, redes de aprendizaje.

¹ Arturo Torres es profesor-investigador en los programas de Maestría y Doctorado en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico en la Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. México.

1. Introducción

Desde hace ya más de dos décadas, se ha examinado la importancia del aprendizaje en el desarrollo de la tecnología y de la industria (Rosenberg 1976). Los economistas han tratado de explicar cómo el aprendizaje afecta a la productividad (Arrow 1962) o a la estructura industrial (Dosi 1988). El aprendizaje dentro de las firmas ha sido una característica de la teoría de la firma desde Cyert y March (1963), y juega un papel crucial en la teoría de la administración estratégica de las capacidades dinámicas (Dosi et al. 2000). Es creciente el número de estudios que se han publicado, donde se enfatiza la importancia de la construcción de capacidades tecnológicas y los procesos de aprendizaje para el desarrollo y desempeño competitivo de las firmas y de los países. En el caso de las firmas en países en desarrollo (PED) la literatura ha abordado estos temas focalizándose en los procesos de aprendizaje que subyacen la construcción y acumulación gradual de capacidades tecnológicas a partir de la tecnología que adquieren de firmas en otros países. El punto de partida del análisis es que las firmas de PED son *borrowers* o *learners* (Amsden 1989), es decir toman prestada y aprenden la tecnología desarrollada por los países desarrollados. El proceso de construcción de capacidades tecnológicas es esencialmente un proceso de aprendizaje y acumulación de conocimiento tecnológico. En el caso de las firmas de países desarrollados (PD) se parte de la idea de que estas tienen una base de conocimientos que las caracteriza como innovadoras. El foco de la literatura en este caso entonces no es el cómo se construyen esas capacidades inicialmente, esto es, por primera vez en ellas, sino en el cómo sus capacidades tecnológicas se profundizan, se mantienen y como son renovadas para permitirles permanecer en la frontera tecnológica. Sin embargo, en ambos casos, el desarrollo de capacidades tecnológicas depende de los procesos de aprendizaje.

Si bien existen muchos estudios a nivel de las firmas, se ha avanzado menos en el análisis de la construcción de capacidades tecnológicas a nivel de sectores y países. La mayor parte de los estudios de caso derivan en una serie de conclusiones relativas a la rama industrial o sector en el que se ubica la firma o firmas analizadas. Aunque este tipo de generalizaciones pueden tener una racionalidad y justificación desde un punto de vista analítico (Yin 2003), a menudo el grado de generalización de las conclusiones es riesgoso, como trataremos de ejemplificar más adelante en este ensayo.

Este ensayo está organizado en cinco secciones. Siguiendo a esta introducción, la sección dos hace una revisión del estado del arte de las vertientes que analizan los procesos

de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas a nivel de la firma en el contexto de los países en desarrollo (PED) y de los países desarrollados (PD). La sección tres discute algunos estudios sobre la construcción de capacidad tecnológica a nivel de sectores y países. La sección cuatro plantea algunas ideas sobre las áreas en las cuáles empiezan a desarrollarse temas de investigación emergentes, tales como la medición de las capacidades, redes de aprendizaje, adaptaciones del marco analítico de capacidades tecnológicas a diferentes tipos de firmas, entre otros. La sección cinco incluye algunas conclusiones y reflexiones finales.

2. Estudios a Nivel de las Firmas

Esta sección revisa la literatura sobre aprendizaje y construcción de capacidades a nivel de las firmas en PED y en PD. Un avance sustancial en la comprensión del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en el contexto de los PED ha sido el uso de taxonomías (Lall 1992; Bell y Pavitt 1995). Por su parte los estudios sobre PD han producido un monto significativo de conceptos proveyendo un mucho más amplio espectro para el tratamiento de los procesos de aprendizaje (Teece et al. 1994; Dosi et al. 2003). Aquí se destacarán solo aquellos relacionados con el a nivel de la firma.

2.1 Aprendizaje y Construcción de Capacidades en firmas de los Países en Desarrollo.

Origen de los estudios sobre aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en PED

Hasta principios de los 70s, la investigación sobre el desarrollo tecnológico en los PED había puesto poca atención a la generación de conocimiento técnico doméstico. Se consideraba que la tecnología era un factor más que estaba disponible en el mercado, y que los PED solo tenían que elegir la que mejor se ajustara a su dotación de recursos. Nuevos acercamientos fueron realizados, dejando de lado esta visión estática de la “selección de técnicas” de un conjunto disponible de ellas. La emergencia de las capacidades tecnológicas y del aprendizaje como un proceso de acumulación de ellas surge a principios de los 80s. Westphal, Kim y Dahlman (1985) definen las capacidades tecnológicas como “... la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico”. De acuerdo con ellos, la capacidad tecnológica radica en el uso que se hace del conocimiento y no solo de poseer ese conocimiento, es decir en la capacidad para utilizarlo en la

producción, inversión e innovación. El concepto de capacidades tecnológicas fue intercambiable con otros usados con la misma idea, tales como esfuerzo tecnológico (Lall 1987; Bell 1984), o habilidad tecnológica (Bell 1984; Scott-Kemmis y Bell 1985, hasta convertirse en un término ampliamente aceptado en la actualidad. El desarrollo de capacidades tecnológicas depende de procesos de aprendizaje o “aprendizaje tecnológico”. Las firmas construyen capacidades tecnológicas a través de procesos de aprendizaje. El aprendizaje comprende tanto procesos como resultados. El aprendizaje puede entenderse como esa variedad de procesos a través de los cuáles los individuos y a través de ellos, las organizaciones adquieren conocimientos y habilidades técnicas (Bell 1984). Las empresas aprenden a lo largo del tiempo, acumulando conocimiento tecnológico. Sobre esa base pueden emprender progresivamente nuevas actividades, y de esta forma adquirir nuevas capacidades. El aprendizaje también ha sido descrito como las formas en que las firmas construyen, complementan y organizan conocimientos y rutinas alrededor de sus actividades dentro de sus culturas, adaptan y desarrollan eficiencia organizacional, mediante el mejoramiento del uso de habilidades generales y las de su personal (Dodgson 1993). El aprendizaje ocurre a través de todas las actividades de la empresa, y a diferentes niveles y velocidades en cada una de sus funciones. En síntesis, el aprendizaje tecnológico es el proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas.

Evolución del Marco de Análisis: La taxonomía de capacidades tecnológicas

La evolución en el uso de los conceptos de aprendizaje y acumulación de capacidades hasta convertirse en un marco para el análisis de la construcción de capacidades tecnológicas en los PED fue alimentada de manera importante por los resultados de dos grandes proyectos llevados a cabo entre finales de los 70s y comienzos de los 80s. El primer proyecto fué el “Programa de Investigación en Ciencia y Tecnología”, financiado por IDB/ECLA, el cual se basó en investigación comparativa al nivel de empresa de la industria metalmeccánica de seis países latinoamericanos.² El segundo, financiado por el World Bank se tituló “La adquisición de capacidades tecnológicas”. Este proyecto, a diferencia del primero que solo incluyó países de América Latina, también incluyó un conjunto de estudios al nivel de firmas de India y Corea del Sur³

Estos estudios mostraron que muchas firmas de países en desarrollo han experimentado importantes procesos de

aprendizaje tecnológico. En el caso de Latino América, los estudios de Katz y sus colaboradores ofrecieron evidencia de que hubo significantes procesos de aprendizaje en firmas de las industrias metalmeccánica. Los resultados de dichos estudios mostraron diferencias por tipo de empresa, naturaleza del proceso de producción y estructura de mercado. Sin embargo, la gran aportación de este programa de investigación fue proporcionar evidencia de que las empresas en los PED no eran simples receptores de la tecnología. El análisis mostró que las firmas Latino Americanas habían aprendido y construido capacidades tecnológicas. Mas aún, las empresas no solo fueron capaces de asimilar y adaptar la tecnología transferida desde los países centrales, sino de mejorarla e incluso de exportar tecnología en algunos casos.

Los estudios empíricos dieron la pauta para la subsecuente evolución del marco de análisis para el estudio de la construcción de capacidades tecnológicas en PED. Lall (1992), y más tarde Bell y Pavitt (1995) partiendo de la propuesta del primero, presentaron una taxonomía de capacidades tecnológicas en las firmas, basada en las principales capacidades tecnológicas de estas por función técnica.

Bell y Pavitt (1995), definen a las capacidades tecnológicas como el conjunto de recursos requeridos para generar y administrar el cambio técnico, incluyendo las habilidades, conocimientos y experiencia, y las estructuras y vínculos institucionales. Kim (1997) las define como la habilidad de hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. La taxonomía de Bell y Pavitt (1993, 1995) clasifica las principales capacidades tecnológicas a partir de cuatro funciones técnicas: dos básicas y dos de apoyo. Las primeras son: i) actividades de inversión y ii) actividades de producción. Las dos funciones de apoyo son i) el desarrollo de vínculos con empresas e instituciones y ii) la producción de bienes de capital. Los niveles de capacidades tecnológicas se definen por el grado de dificultad de las actividades. Estas van desde los niveles mas básicos de las capacidades de producción rutinaria, hasta tres niveles (básico, intermedio y avanzado) de profundidad de las capacidades de innovación.

Basados en la taxonomía de Bell y Pavitt, se han realizado un buen número de estudios sobre los procesos de aprendizaje al interior de las empresas. A partir de esta se abrió una importante línea de investigación basada en estudios de caso y de encuestas, los cuáles han buscado identificar las características clave de los procesos de aprendizaje así como los factores que estimulan y limitan estos procesos.

² Véase los principales resultados en Katz (1986, 1987)

³ Véase Westphal, Kim y Dahlman (1985) y Lall (1987).

Dichos estudios han podido documentar los procesos de aprendizaje en las empresas, tratando de explicar cómo las firmas se han movido de tener las habilidades mínimas para operar las plantas, a ser capaces de emprender actividades innovadoras en algunos casos ⁴.

Limitaciones de los estudios a nivel de las firmas y de la taxonomía de capacidades tecnológicas:

- A pesar que los autores señalan el carácter indicativo de la secuencia establecida en la matriz, esta revela una idea de secuencia, y de que las firmas tendrían que pasar por las diferentes fases hasta lograr desarrollar capacidades tecnológicas innovadoras a nivel avanzado.
- La taxonomía da cuenta de aspectos estrictamente técnicos, dejando al margen las capacidades organizacionales. Es decir, al centrarse en la acumulación de conocimiento tecnológico, la interacción con la dinámica organizacional no se aborda.
- Los estudios basados en esta taxonomía son básicamente descriptivos. Por otro lado, al basarse en estudios de caso, la generalización de los resultados de los mismos es francamente difícil.
- La utilización de la taxonomía basada en funciones técnicas, ha dejado de lado la consideración del proceso de interacción entre elementos tecnológicos y organizacionales/institucionales involucrados en el proceso de aprendizaje de las firma.

2.2 Capacidades, Competencias y Aprendizaje en firmas de Países Desarrollados

Académicos y consultores de negocios han producido un monto significativo de literatura sobre la importancia del aprendizaje para mantener las ventajas competitivas de las firmas en un ambiente de rápidos cambios tecnológicos, económicos y organizacionales. Conceptos tales como capacidades nucleares (Prahalad y Hamel 1990), capacidades dinámicas (Teece y Pisano 1994), capacidades tecnológicas nucleares (Leonard- Barton 1992,1995) han sido generados en este marco. El centro de la atención de esta literatura son las grandes firmas que compiten en la frontera tecnológica. A pesar de la diversidad de conceptos y categorías, que algunas veces se superponen en cuanto a su significado, estos comparten la idea de que el aprendizaje y el conocimiento son esenciales para las firmas a fin de sobrevivir o lograr mantener sus ventajas con relación a sus competidores (Leonard Barton 1995a). El conocimiento y las actividades creadoras de conocimiento

son la base sobre la cuál las firmas crean, mantienen y reconstruyen sus capacidades tecnológicas (Leonard Barton 1992; Prahalad y Hamel 1990; Teece et al. 1990; Dosi et al. 2000).

Capacidades, competencias y la dimensión organizacional en el aprendizaje

Desde principios de los 90s, los estudios se han focalizado en responder el como las ventajas competitivas de las firmas pueden ser reforzadas a través de la renovación de sus capacidades o competencias. A diferencia de lo que ocurre con los análisis para los PED, estos estudios se han centrado no solo en los aspectos técnicos sino también en los de carácter organizacional.

Prahalad y Hamel (1990), introdujeron la noción de *competencias nucleares*, como la fuente de las ventajas de las firmas en ambientes cambiantes. Las competencias nucleares son no solo un conjunto de habilidades y tecnologías, sino que incluyen la integración de tecnologías y la coordinación de habilidades de producción como formas distintivas de las firmas. Las capacidades nucleares son producto del aprendizaje colectivo dentro de las organizaciones. Las firmas requieren de arreglos organizacionales para integrar el conocimiento, organizar el trabajo y compartir dichos procesos y actividades dentro de la organización; las competencias están basadas en dimensiones organizacionales y tecnológicas.

Sobre las misma línea, Teece et al.(1990) definieron las capacidades dinámicas. Esta perspectiva destaca la dimensión cambiante y evolutiva del proceso de construcción de capacidades, resaltando el papel de las capacidades organizacionales en dicho proceso. Estos autores resaltan los mecanismos a través de los cuales las firmas acumulan nuevas habilidades y capacidades, así como las fuerzas que limitan la tasa y dirección de ese proceso. Sobre esta base Teece y Pisano (1994) definieron un poco mas tarde las competencias distintivas, como aquellas que son difíciles de imitar o replicar, y a las cuales subyacen rutinas con un fuerte componente tácito.

Desde una perspectiva que privilegia la componente organizacional de las capacidades, Iansiti y Clark (1994) asocian la integración como la fuente del desempeño superior de las firmas en un ambiente competitivo. Vista como la capacidad de mezclar nuevos y viejos conocimientos acumulados, las capacidades de integración son básicamente capacidades organizacionales. La firma requiere de la generación de arreglos organizacionales específicos que le permitan la integración de conocimientos fragmentados y la creación de nuevas competencias.

⁴ El caso de México destacan los estudios de Villavicencio (2001); Gonsen (1998); Vera-Cruz (2004); Dutrénit (2000a); Brown y Domínguez (1999); Figueredo (2001).

Aportaciones y límites en la literatura de PD

Aún cuando esta literatura utiliza un buen número de conceptos, muchos de los cuales se refieren a elementos muy similares, todos ellos resaltan el carácter único del conocimiento y aprendizaje de las firmas, basado en el componente tácito. Las capacidades, competencias, capacidades nucleares, o cualquier otra de las categorías descritas arriba envuelven la consideración de ambas dimensiones, la organizacional y la tecnológica. Bien se focalicen en una u otra de estas dimensiones, todos los autores reconocen que ambas son necesarias para construir las capacidades o competencias distintivas, nucleares o dinámicas de las firmas.

Una de las limitaciones de la literatura analizada en esta sección, es que los conceptos de capacidades y competencias son usados con frecuencia como intercambiables, y a menudo las diferencias entre ellos son mínimas e indistinguibles. Un reto crucial es entonces eliminar las distinciones artificiales y considerar los aspectos cruciales y los dominios de análisis de conceptos realmente diferentes. Esto es fundamental para avanzar en el análisis de las experiencias de aprendizaje y construcción de capacidades en las firmas de PD.

3. El análisis de las Capacidades Tecnológicas a nivel de Sectores y Países.

Son poco numerosos los estudios que han analizado las capacidades a nivel de países (Enos y Park 1988; Westphal, Kim y Dalman 1985; Lall 1993). Otro tanto ocurre con los estudios a nivel de sectores. La mayor parte de los estudios se ha focalizado en el estudio de una o mas firmas integrantes de sectores determinados, distando de ser considerados como estudios del sector. Destacan los estudios de Westphal, Kim y Dalman (1985), Kim (1992, 1997), Amsden y Hikino (1993, 1994) sobre la construcción de capacidades en países del Este y Sudeste Asiático, particularmente para el caso Korea. También destacan los estudios de Lall (1987, 1993).

Basados en la clasificación funcional de las capacidades, desarrollada adicionalmente por Lall (1992) mas tarde, estos autores analizaron los patrones de desarrollo tecnológico de la república de Korea, los cuales ilustraron con ejemplos de firmas de las industria química, de tubos de acero y otros productos básicos de acero así como de la industria textil. Una de las principales aportaciones de este estudio fue la consideración de aspectos externos a la firma en los procesos de aprendizaje y acumulación de

capacidades tecnológicas. Dentro de estos factores destacan sustancialmente las políticas gubernamentales, particularmente las relativas a la promoción de un modelo de industrialización basado en exportaciones, la relación positiva entre educación y niveles de desarrollo tecnológico, y el papel de la estrategia de desarrollo tecnológico mismo impulsada por el estado coreano.

Lall (1987) considera las capacidades tecnológicas a nivel nacional en los países en desarrollo, señalando que dichas capacidades no son simplemente la suma de las capacidades de las firmas desarrolladas de manera aislada. Importan entonces los vínculos y las sinergias entre capacidades de firmas individuales. Su acercamiento al análisis de las capacidades nacionales incluye tres elementos que interactúan entre sí, a saber: capacidades, incentivos e instituciones. Las capacidades se refieren a la inversión física, capital humano, y el esfuerzo tecnológico. Los incentivos se clasifican de manera general en incentivos macroeconómicos, incentivos derivados de la competencia doméstica e internacional, y derivados de los mercados de factores (mercados de trabajo y de capital). Finalmente las instituciones incluyen aquellas de carácter industrial, de entrenamiento, y tecnológicas. El marco de Lall proporciona un amplio y sugestivo conjunto de elementos para el análisis de las capacidades tecnológicas. Sin embargo, cada país representa diferentes características, con lo cuál el marco debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse a esa heterogeneidad. Lall incorpora al análisis dimensiones nacionales, introduciendo indicadores tales como gastos en R&D, tamaño de los recursos humanos, importaciones de bienes de capital, gastos en educación, numero de patentes, número de ingenieros en actividades de R&D entre otros.

La dificultad de derivar generalizaciones a nivel de países a partir del análisis de las firmas, es particularmente sugerente en el caso de los estudios que para los llamados países de industrialización tardía (Late Industrializing Countries) han realizado autores como Amsden (1989, 1997, 2001 y Amsden y Hikino (1993, 1994). Basados en el marco analítico desarrollado por Westphal, Kim y Dalman (1985), Amsden y Hikino han analizado la experiencia de aprendizaje y acumulación de capacidades de este grupo de países. Partiendo de la evidencia de un conjunto de 31 empresas de nueve países de industrialización tardía principalmente asiáticos, concluyen que los patrones de crecimiento seguidos por las firmas de este grupo de países son esencialmente los mismos, consistiendo dicho patrón en la creación de capacidades genéricas denominadas capacidades de ejecución de proyectos. Dichas capacidades, son definidas como las habilidades y conocimiento organizacional requeridas para establecer o expandir las instalaciones operativas y otras instalaciones corporativas (incluyendo manejo de proyectos, proyectos de ingeniería,

construcción y puesta en operación de las instalaciones). De acuerdo con su análisis, las firmas de los LICs generaron un patrón de crecimiento en el que estas convergieron hacia arreglos productivos y tecnológicos altamente diversificados y no relacionados. Sin embargo, no existe para esta conclusión evidencia suficientemente homogénea, dada la diversidad de países, firmas y el carácter fragmentado de la información.⁵

En el caso de México se ha generado una tradición de estudios a nivel de las firmas. La mayor parte de ellos basados en la metodología de estudios de caso⁶ se han focalizado en analizar los procesos de aprendizaje buscando identificar las características básicas de dichos procesos. Pocos de ellos han abordado el análisis a nivel sectorial.

Villavicencio y Arvanitis (2001), basados en una muestra de empresas y utilizando la técnica de análisis de clusters, examinaron las capacidades de aprendizaje de la industria química en México. La identificación de tres conglomerados o clusters de empresas con características diferentes en cuanto a su tamaño, y origen del capital, así como en variables como fuentes de tecnología y las condiciones de contexto que enfrentan, encontraron diferentes comportamientos y patrones de acumulación de conocimiento.

La investigación en Latinoamérica ha seguido fundamentalmente dos direcciones, bajo las cuales subyace fundamentalmente el interés por explorar los efectos en la competitividad de las industrias, de la apertura económica y el análisis de los sistemas nacionales de innovación. Pocos de ellos han analizado los efectos a nivel de los sectores, entre ellos destaca el análisis de Unger (1985, 1994) de los sectores petroquímico y de máquinas herramientas en México. Desde una perspectiva sistémica, en el estudio coordinado por Cimoli (2000), se realizaron estudios de algunos sectores como los de la química, automotriz y farmacéutica. El análisis de los sectores se conformó a partir de un conjunto de empresas seleccionadas. Para el análisis de los sectores se retomaron variables de la organización industrial, ubicando a las firmas analizadas en un ambiente de vinculaciones institucionales (Universidades, centros de investigación). Los resultados destacan que la acumulación de capacidades ha sido importante fundamentalmente en las grandes empresas que participan en esquemas de vinculación con empresas extranjeras, aunque los niveles de desarrollo de dichas capacidades no llegan a niveles que permitan realizar innovaciones propias a nivel avanzado. Los procesos de

aprendizaje se dan de manera diferencial en los sectores, a partir de esfuerzos propios y conjuntos, dependiendo de las vinculaciones con empresas tecnologistas. En todos los casos se encontró que la participación de los centros de investigación públicos en los procesos de aprendizaje y acumulación es débil. Finalmente, se encontró la necesidad de desarrollar instituciones puente para fortalecer los vínculos entre firmas e instituciones públicas de investigación.

Las aportaciones de este tipo de estudios se resumen como sigue:

- Resaltan la importancia de factores internos y externos en el proceso de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas
- Resaltan la importancia de factores institucionales y de los vínculos internos y externos
- Resaltan la necesidad de desarrollar indicadores de capacidades a nivel nacional.

Este último tema, es decir el de la medición de las capacidades, es precisamente uno de los temas emergentes al cual se le está dando importancia en la literatura reciente, temas que serán planteados en la siguiente sección.

4. Aprendizaje y construcción de capacidades. Algunos Temas de investigación emergentes.

En esta sección se trata de identificar las áreas en las que se han empezado a desarrollar estudios sobre los procesos de aprendizaje y la construcción de capacidades tecnológicas. Dado el espacio y los fines de este ensayo, el análisis realizado en esta sección no trata de ser exhaustivo. Se pretende ubicar solo algunas de las áreas de investigación que han emergido o se han venido abriendo durante los últimos años.

La Medición de las Capacidades Tecnológicas

Las capacidades tecnológicas han sido siempre un componente fundamental de la competitividad, el crecimiento y bienestar económico de los países. Sin embargo, distan mucho de estar homogéneamente o uniformemente distribuidas geográficamente. La producción de conocimiento esta fuertemente concentrada en unos cuantos países altamente industrializados, que actualizan constantemente su base de conocimiento. Por el otro lado, está la mayoría de los países con bajos niveles de capacidades, muy por atrás de los líderes tecnológicos y con dificultades para absorber y generar capacidades.

Uno de los temas en los cuáles la literatura viene creciendo, y que requiere trabajarse, es el de los indicadores de capacidades tecnológicas a nivel de países. En este campo

⁵ Véase Torres (2004), para un análisis mas detallado.

⁶ Véase por ejemplo Dutrenit (2000a), Vera-Cruz (2004), Villavicencio (1990), Villavicencio y Arvanitis (2001), Pirela et al (1996), Unger (1985).

los trabajos de Lall y Albaradejo (2001), UNIDO (2003), y de Archibugui y Coco (2003, 2004) han hecho importantes aportes. En el caso de México, Brown y Domínguez (2004, 2005) han contribuido para avanzar en la construcción de indicadores a ese nivel

Partiendo de ejercicios estadísticos previos tales como TAI (Technology Achievement Index) de UNDP (2001) y el IPS (Industrial Performance Scoreboard) de UNIDO (2003), Archibugui y Coco han desarrollado un índice que pretende dar cuenta de las capacidades tecnológicas (CT) tanto en países desarrollados como en países en desarrollo llamado ArCO. Para desarrollar su indicador, estos autores consideraron las lecciones derivadas de los intentos previos, destacando que: i) Las capacidades tecnológicas de un país se componen de una variedad de fuentes de conocimiento e innovación. Un indicador comprensivo debe dar cuenta de las actividades codificadas y tácitas, incorporadas en artefactos y no incorporadas en artefactos; ii) La integración de nuevos sistemas tecnológicos requiere del mastering de tecnologías previas, permitiendo a los agentes económicos construir en una manera acumulativa; iii) Los varios elementos de las CT son complementarios mas que intercambiables; iv) La creación y mejoramiento de las CT envuelve un elemento de esfuerzo tecnológico que es crucial y v) Dadas las diferencias colosales de las CT entre PD y PED, cualquier medida de estas debe dar cuenta de esas diferencias. Basado en estas premisas, el índice ArCO asume que i) a pesar de las grandes diferencias entre países, la comparación entre ellos es significativa y tiene sentido; ii) que una batería de indicadores podrá proveer una foto mas comprensiva de esas diferencias que un simple indicador. ArCO mide las CT a partido de una variedad de indicadores y provee también un indicador sintético. Partiendo de tres dimensiones de CT (creación de tecnología, infraestructura tecnológica y desarrollo de habilidades humanas), ArCO identificó cuatro grupos de países con niveles diferenciados de capacidades tecnológicas, a saber: Líderes, líderes potenciales, latecomers y marginales. Este trabajo presenta un intento fresco por generar una serie de indicadores que permitan mapear a los países de acuerdo con sus características tecnológicas.

En el caso de México, Brown y Domínguez (2004) han avanzado en el mismo cauce, elaborando indicadores para medir las capacidades tecnológicas a nivel de la industria. Usando como herramienta estadística el análisis factorial, han construido índices representativos de las capacidades tecnológicas de empresas manufactureras mexicanas. El análisis factorial permitió a estas autoras identificar cuatro factores que expresarían las principales fuentes de aprendizaje de las empresas manufactureras en México: i) La política de formación de personal; ii) innovación en mejora continua; iii) sistemas de información y

documentación y iv) inversión en nuevas tecnologías. Los agrupamientos realizados mediante “análisis de cluster” mostró la asociación entre tamaño de establecimientos y nivel de capacidades. Las rutinas de documentación y la planeación son de acuerdo con los resultados (cluster 3) el mínimo necesario para el aprendizaje, seguido por la capacitación en planta (cluster 2), llegando a la mejora continua (cluster 1) como el esfuerzo mas completo de aprendizaje. En otro trabajo, las mismas autoras han hecho aportaciones interesantes para a medición de las capacidades tecnológicas y las condiciones de trabajo favorables para el aprendizaje (Brown y Domínguez 2005). La medición de las capacidades tecnológicas es un tema que reclama la elaboración de nuevos trabajos, en los que la utilización de herramientas estadísticas mas sofisticados es fundamental.

Adaptación y aplicación del Marco analítico a diferentes tipos de firmas

Otra área que requiere un desarrollo ulterior, es el relativo a la adecuación y aplicación del marco analítico sobre la construcción de capacidades a nivel de las firmas a distintos tipos de estas últimas. Resaltan en este sentido los estudios que a nivel de las Pymes se han venido avanzando (Dutrenit 2003a; Vera-Cruz y Dutrenit, 2005; De Fuentes y Dutrenit, 2005). La inclusión de las capacidades empresariales y de gestión, así como el detalle de los vínculos aparece aquí como un área en la cuál se puede hacer aportaciones interesantes.

Los estudios sobre sectores no industriales, tales como aquellos que analizan el aprendizaje y construcción de capacidades en el sector o ramas de los servicios, y en el sector agropecuario son francamente escasos. Esta es otra área que requiere de un creciente número de análisis

Mayor atención a la interacción entre aspectos tecnológicos y organizacionales

La literatura ha prestado menos atención a la interacción entre aspectos tecnológicos, organizacionales y empresariales. Algunos trabajos sugieren que los factores organizacionales y empresariales, tales como la cultura de la empresa, el liderazgo y las características de la administración del conocimiento afectan la creación de conocimiento tecnológico (Vera-Cruz, 2004; Figuereido, 2001). Sin duda estos son temas que requieren de la realización de estudios adicionales.

Networks de Aprendizaje; aprendizaje y colaboración

El análisis del aprendizaje y acumulación de capacidades a través de diferentes tipos de colaboración es un tema aún poco explotado. Este incluye diferentes tipos de colaboración, tales como las alianzas estratégicas, las redes, consorcios, adquisiciones y fusiones entre otros. El papel de las redes (Networks) en la difusión y generación de conocimiento ha sido enfatizado por la literatura reciente (Giuliani y Bell, 2004). El tema central de estos estudios es la interacción, y los flujos de información y conocimiento entre los agentes y las vías para su intensificación. Un tema relacionado con esta área de análisis es el de las capacidades de absorción. Giuliani y Bell (2004) muestran que la difusión del conocimiento dentro de las firmas que integran una red fluye hacia aquellas caracterizadas por capacidades de absorción avanzadas.

5. Conclusiones

La revisión realizada sugiere algunas conclusiones y líneas de investigación adicionales.

1) La dimensión organizacional del aprendizaje ha sido poco abordada dentro del análisis, particularmente en los estudios de las firmas en países en desarrollo. Aunque en términos del marco analítico dicha dimensión fue mencionada desde los 70, no es sino hasta los 90 que aparece mas claramente considerada. Sin embargo son aun pocos los análisis empíricos realizados sobre ese marco ampliado, destacando los estudios de Kim (1997) y Figueiredo (2001). En el ámbito de los países desarrollados, son muchos mas los estudios que han incluido la dimensión organizacional. De hecho estos han servido de alguna forma como "guía" de los estudios en países en desarrollo que han empezado a incluir dichas variables. Sin embargo aun existe un hueco más amplio por cubrir en este aspecto para el caso de los países en desarrollo.

2) Los estudios a profundidad a nivel de las firmas sobre los patrones de aprendizaje y acumulación de capacidades empezaron a emerger después de un impasse que va desde finales de los 1970s hasta la década de los 1990s. Sin embargo, la mayor parte de ellos se han basado en casos de estudio de firmas aisladas, dejando fuera las comparaciones inter- firmas. La comparación puede arrojar luz sobre la similitud y/o las diferencias entre los patrones de acumulación de capacidades entre empresas.

3) Algunos estudios han buscado identificar los indicadores adecuados para poder medir y comparar el grado en que los países, tanto los desarrollados como aquellos en desarrollo, han acumulado capacidades tecnológicas. Existe aún un cúmulo de dificultades para desarrollar estas mediciones, dificultades que van desde la inexistencia o deficiencia en

los datos disponibles, hasta los problemas para el manejo de la heterogeneidad de los mismos. Sin embargo, los esfuerzos hechos en esta área empiezan a dar frutos importantes, sobre todo en cuanto al manejo de métodos estadísticos más sofisticados tales como el análisis factorial y de clusters.

4) Resalta la necesidad de avanzar en temas como los efectos de la colaboración en el desarrollo de procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas. En este aspecto la elaboración de estudios a nivel de clusters industriales es promisoria, no solo en cuanto al avance que representa en la utilización del enfoque que va de lo micro a lo meso, sino en cuanto al enriquecimiento del análisis al incorporar y tratar de medir los efectos derivados de la integración de universidades, centros de investigación, y en general de la interacción de las firmas con su entorno institucional a nivel local.

5) Si bien el marco analítico para examinar el proceso de aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas ha sido muy rico para el análisis a nivel de las firmas, este ha estado limitado en dos sentidos: a) por su carácter estático y b) por la errada concepción en la que se ha caído algunas veces de considerar la taxonomía generada para el análisis del proceso de acumulación de capacidades como una secuencia general que todas las firmas deben seguir, c) por generar un patrón de investigación en el que el análisis aparece focalizado quizás en exceso sobre las características o factores internos de las firmas, dejado fuera o considerando de manera limitada el impacto que los factores externos pueden tener sobre el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Se plantea así la necesidad de adecuar dicho marco a las características de las empresas, contexto e instituciones a analizar.

6) El marco analítico para el estudio de la acumulación de capacidades tecnológicas fue creado sobre la base de las características de la industria manufacturera. Son escasos los estudios en sectores distintos a este, tal como son el de servicios y el de actividades agropecuarias. Se requiere trabajar en la modificación de este marco, o en la construcción de un marco nuevo para el análisis de firmas en ámbitos distintos al de la industria de manufacturas.

Referencias bibliográficas

Amsden, A. (1989). *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialisation*. New York: Oxford University Press.

Amsden, A. (1997), "Editorial: Bringing production back in-understanding government's economic role in late industrialization", *World Development*, 25 (4), pp469-480.

Amsden, A. 2001. *The Rise of The Rest*. New York: Oxford University Press.

Amsden, A. and Hikino, T. 1992. 'Staying Behind, Stumbling Back, Sneaking Up, Soaring Ahead: Late Industrialisation in Historical Perspective', New School for Social Research, Working Paper No. 42.

Amsden, A. and Hikino, T. 1993. 'Borrowing Technology or Innovating: An Exploration of the Two Paths to Industrial Development,' in R. Thomson (ed.), *Learning and Technological Change*, New York: St. Martin's Press, pp. 243-266.

Amsden, A. and Hikino, T. 1994. 'Project Execution Capability, Organisational Know-how and Conglomerate Corporate Growth in Late Industrialisation' *Industrial and Corporate Change*, 3(1): 111-147.

Archibugi, D- y A.Coco (2003). A New Indicador of Technological Capabilities for Developed Countries and Developing Countries (ArCo), en World Development Vol.32, No.4, pp. 629-654.

Archibugi, D- y A.Coco (2004). "Measuring technological capabilities at the country level: a comparison among different approaches. Rome: Italian National Research.

Arias, A. (2000), "Administración del Conocimiento y Capacidades Tecnológicas: el Caso de una Empresa del Sector Curtidor", trabajo final de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-X.

Arrow, K. (1962), " The implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, Vol. 29, pp. 166-170.

Arvanitis, R.(1996b), "¿Por qué Hacer I&D en un País en Vía de Desarrollo? Las Actividades de I&D de las Empresas de la Industria Química Mexicana", ponencia presentada en la conferencia "Management and New Technologies", junio.

Bell, M. (1984), "'Learning' and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries", en K. King y M. Fransman (eds), *Technological Capacity in the Third World*; pp. 187-209, London, Macmillan.

Bell, M. y K. Pavitt (1993), *Technological Accumulation and Industrial Growth: contrast between*

developed and developing countries, en *Industrial and Corporate Change*, Vol 2. No. 2.

Bell, M. y K. Pavitt (1995), "The Development of Technological Capabilities", en I.u. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*; pp. 69-101, Washington, The World Bank.

Benavente, J.M., G. Crespi, J. Katz and G. Stumpo (1997), "New Problems and Opportunities for Industrial Development in Latin America", *Oxford Development Studies*, Vol. 25, no. 3, pp. 261-77.

Brown, F. y L.Domínguez (1999), "El Perfil Tecnológico de las Empresas de Alta Productividad", en Brown, F. y L.Domínguez (ed), *Productividad: desafío de la industria mexicana*, México, UNAM/Ed.Jus.

Brown, F. y L.Domínguez (2005), "Aprendizaje y condiciones laborales decentes en la industria manufacturera mexicana", documento presentado en el XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, San Salvador de Bahía, Brasil, Octubre 2005.

Casalet, M. (2000), "The institutional Matrix", in Cimoli, M. (Ed.) *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, London: Continuum.

Casas, R., R. de Gortari y M. Luna (2000), "University, Knowledge Production and Collaborative Patterns", in Cimoli, M. (Ed.) *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, London: Continuum.

Cimoli, M. (ed) (2000), *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, London: Continuum.

Corona, J.M. y Hernández, C. (2000), "Relación Proveedor-Usuario y Flujos de Información Tecnológica en la Industria Mexicana", en *Comercio Exterior*, vol.50, Num.9, pp.759-70.

Dahlman, C. y J. Fonseca (1987), "From Technological Dependence to Technological Development: the Case of the USIMINAS Steel Plant in Brazil", en J. Katz (ed.), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*; pp. 154-182, London, Macmillan.

Dahlman, C. y L.E. Westphal (1982), "Technological Effort in Industrial Development. An Interpretative Survey of Recent Research", en F. Stewart y J. James (eds), *The Economics of New Technology in Developing Countries*; pp. 105-137, London, Frances Pinter.

Dahlman, C., B. Ross-Larsen y L.E. Westphal (1987), "Managing Technological Development", *World Development*, Vol. 15, no. 6, pp. 759-775.

De Fuentes, C. y G. Dutrenit (2005), "Derramas de empresas grandes y factores que influyen en su absorción por las Pymes de Queretaro", Trabajo presentado en el XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2005. San Salvador, Brazil. Oct.2005.

Dodgson, M.(1993),Organizational Learning: A review of Some Literature.

Domínguez,L y F. Brown (2004), "Capacidades Tecnológicas: Propuesta de medición y agrupamiento para la industria mexicana", Revista de la CEPAL, núm. 83, Agosto 2004.

Dosi, G.(1988), "The Nature of the Innovation Process", en Dosi, G. et al. eds. (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, London, pp. 221-238

Dosi, G., Coriat, B.& Pavitt, K. (2000), *Competences, Capabilities and Corporate Performances*, Laboratory of Economics and Management (LEM), Working Paper Series, November 2000. Sant'Anna School of Advanced Studies, Italy.

Dosi, G., Marengo,L., y Fagiolo,G.(2003), *Learning in Evolutionary Environments*. LEM Working Paper Series, 2003/20. October 2003., Sant'Anna School of Advanced Studies, Italy.

Dutrénit, G. (2000a), *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*, Cheltenham: Edward Elgar.

Dutrénit, G. (2000b), "Strategies and technological capabilities in a multinational Mexican firm" en Cimoli, M. (Ed.) *Developing Innovation Systems, Mexico in the Global Context*, London: Continuum.

Dutrénit, G. (2003a), "Desafíos y Oportunidades de las PYMEs para su Integración a Redes de Proveedores: La Maquila de Autopartes en el Norte de México", en Lastres, H. y J. Cassiolato (Eds) Pequena Empresa: Cooperação E Desenvolvimento Local, Relume Dumará Editora, Rio De Janeiro, 2003.

Dutrénit, G. et al (2003b), "Diagnóstico de oportunidades de mejora e identificación de apoyos

específicos para PYMEs: un enfoque sectorial y local", Informe Técnico, ADIAT/UAM/CONACYT.

Dutrénit, G. y A. Vera-Cruz (2000), "Fuentes de Conocimiento Tecnológico para la Actividad Innovativa en la Industria Química Mexicana", en *Comercio Exterior*, vol 50, Núm.9, Septiembre, p.786-798.

Ekboir,J.,Dutrénit, G., Martínez,G.,Torres, A., y Vera-Cruz,A. (2006), *Las Fundaciones Produce a diez años de su creación:Pensando en el futuro*, ISNAR, Discussion Paper No. 10.

Enos,J.L. and Park, W-H, (1988), *The Adoption and Difusión of Imported Technology: The Case of Korea*, Croom Helm, London.

Figueiredo, P.N. (2001), *Technological Learning Processes and Competitive Performance*, Cheltenham: Edward Elgar.

Giuliani, E. y Bell,M.(2005), *The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster* *Research Policy* 2005, 34. pp. 47-68.

Glick, W.H. et.al (1995), "Studying Changes in Organizational Design and Effectiveness: Retrospective Event Histories and Periodic Assessments", en *Longitudinal Field Research Methods*; pp. 126-154, California, Sage Publications.

Gonsen, R. (1998), *Technological Capabilities in Developing Countries. Industrial Biotechnology in Mexico*, London:Macmillan.

Iansiti, M., and K. B. Clark. (1994) "Integration and Dynamic Capability: Evidence from Development in Automobiles and Mainframe Computers." *Industrial and Corporate Change* 3, no. 3 (1994): 557-605.

Katz, J. (1984), "Domestic Technological Innovations and Dynamic Comparative Advantage: Further Reflexions on a Comparative Case-Study Program", *Journal of Development Studies*, Vol. 16, no. 1-2, pp. 13-38.

Katz, J. (1995) 'Technology and Industrial Restructuring in Latin America: the New Evidence', Paper presented at the Transfer of Technology, Trade and Development, University of Venice.

Katz, J., (ed.) (1986), *Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana*, Buenos Aires, BID-CEPAL-CIID-PNUD.

- Katz, J., (ed.) (1987), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, London, Macmillan.
- Kim, L. (1992), "Technology Policy for Industrialisation: An Integrative Framework and Korea Experience", *Research Policy* Vol. 21, pp.437-452.
- Kim, L. (1997), *From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Boston, Mass., Harvard Business School Press.
- Kim, L. y Nelson, R. (2000), *Technology, Learning and Innovation: the Experience of the Asian NIEs*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lall, S. y Albaradejo, M (2001), "Indicators of the relative importance of IPRs in developing countries", Geneva: UNCTAD. [http:// www.ictsd.org/unctad-ictsd/](http://www.ictsd.org/unctad-ictsd/)
- Lall, S. (1987), *Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India*, London, Macmillan Press.
- Lall, S. (1992), "Technological Capabilities and Industrialization", *World Development*, Vol. 20, no. 2, pp. 165-186.
- Lall, S. (1993), "Technological Capabilities", en J.J. Salomon (ed.), *The Uncertain Question: Science, Technology and Development*; pp. 264-301, Tokyo, United Nations University Press.
- Lara, A. (1998), *Aprendizaje Tecnológico y Mercado de Trabajo en las Maquiladoras Japonesas*, México: UAM/UNAM/Porrúa.
- Leonard-Barton, D. (1992), "Core Capabilities and Core Rigidities: a Paradox in Managing New Product Development", en *Strategic Management Journal*, Núm. 13, pp.111-125.
- Leonard-Barton, D. (1995a), *Wellsprings of Knowledge*, Boston, Mass., Harvard Business School Press.
- Leonard-Barton, D. (1995b), "A Dual Methodology for Cases Studies", en G. Huber y A.H. Van de Ven (eds), *Longitudinal Field Research Methods*; pp. 38-64, California, Sage Publications.
- Malerba, F., Lissoni, F., Torrisci (1996), S., "Computer and Office Machinery", documento presentado en la conferencia: Innovation Measurement and Policies, Luxembourg, mayo.
- Nonaka, I. y H. Takeuchi (1995), *The Knowledge-Creating Company*, New York, Oxford University Press.
- Organizational Studies. 1993, 14/3: 375-394.
- Pavitt, K. (1984), Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, *Research Policy*, Vol. 13 no. 9 pp. 343-373.
- Pérez, C. (1992), "Cambio Técnico, Restructuración Competitiva y Reforma Institucional en los Países en Desarrollo", *El Trimestre Económico*, Vol. LIX, no. 233, enero-marzo, pp. 23-64.
- Pirela, A. et al (1993), *Technological Learning and Entrepreneurial Behaviour. A Taxonomy of the Chemical Industry in Venezuela*, en *Research Policy*, No. 22(5).
- Prahalad, C.K. y G. Hamel (1990), "The Core Competencies of the Corporation", *Harvard Business Review*, Vol. 68, no. 3 (May-June), pp. 79-91.
- Radosevic, S (1999), *International Technology Transfer and Catch-up in Economic Development*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Rosenberg, N. (1976), "Perspectives on Technology", Cambridge UK, Cambridge University Press.
- Scott-Kemmis, D. y M. Bell (1985), "Technological Capacity and Technical Change: Case Studies", Report on a Study of Technology Transfer in manufacturing Industry in Thailand, Working Paper, Brighton, SPRU.
- Teece, D. and G. Pisano (1994), "The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction", *Industrial and Corporate Change*, 3: 537-556.
- Teece, D., Pisano, D. y Shuen, A.(1990), "Firm Capabilities, Resources and the Concept of Strategy", en Working paper 90-8, Center for Research in Management, University of California, Berkeley.
- Torres A. (2004), *Growth Paths of Large Firms in Late Industrializing Countries*, DPhil Thesis, SPRU. University of Sussex.
- UNDP (2001), "Human development report: Making new technologies work for human development". NY: OUP.
- Unger, K. (1985), *Competencia Monopólica y Tecnología en la Industria Mexicana*, México DF, El Colegio de México.

Unger, K. (1994), *Ajuste Estructural y Estrategias Empresariales en México. Las Industrias petroquímica y de máquinas herramientas*, México, CIDE.

UNIDO (2003), *Industrial development report 2002-2003. Competing through innovation and learning*. Vienna: UNIDO.

Vera-Cruz (2000), *Major Changes in the Economic and Policy Context, Firms' Culture and Technological Behaviour: The Case of two Mexican Breweries*, Dphil Thesis, SPRU.

Vera-Cruz (2004), *Cultura de la empresa y comportamiento tecnológico: Como aprenden las cerveceras mexicanas*. UAM- Miguel Angel Porrua.

Vera-Cruz (2005), "Derramas de las MNCs a través de la movilidad de los trabajadores y capacidades tecnológicas y empresariales de las Pymes en México", Trabajo presentado en el XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica, ALTEC 2005. San Salvador, Brazil. Oct.2005.

Villavicencio, D.y Arvanitis, R.(2001), "Las Capacidades de Innovación en la Industria Química en México" en Dutrenit,G, C. Garrido y G.Valenti, *Sistema Nacional de Innovación Tecnológica: Temas para el Debate en México*. UAM, 2001.

Westphal, L, L. Kim y C. Dahlman (1985), "Reflections on the Republic of Korea's Acquisition of Technological Capability", en N. Rosenberg y C. Frischtak (eds), *International Technology*, New York, Praeger Publishers.

Yin, R. K. (2003), *Case Study Research. Design and Methods*, Third Edition, Applied Social Research Methods Series, Vol. 5, California, Sage Publications.

Arturo Torres Vargas es investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana (unidad Xochimilco). Es doctor en Economía de la Innovación Tecnológica por el Science and Policy Research Unit (SPRU) de la Universidad de Sussex (Inglaterra). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (I) de México. Sus áreas de estudio incluyen procesos de aprendizaje tecnológico, procesos de construcción de capacidades tecnológicas, y diversificación y especialización tecnológica a nivel de las firmas. Ha participado en los programas de Doctorado en Administración de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México, y el Doctorado en Ciencias Sociales del Colegio Mexiquense. Ha impartido cursos a nivel maestría y doctorado sobre aprendizaje tecnológico, competitividad e innovación tecnológica, economía del cambio tecnológico y métodos de medición de la ciencia, tecnología e innovación. Algunos de sus trabajos publicados sobre estas temáticas son:

Torres, A., y Jasso, J.(2005), “Cross Border acquisitions and Mergers: the learning process of the Mexican Corporative Groups”, Innovation, Management, Policy and Practice, Vol. 7/2, April 2005. Sidney, Australia

Torres, A., y Jasso, J. (2004), Aprendizaje Global y Adquisición y Fusión de Empresas Extranjeras, en “Dimensión Social y Humana del Crecimiento Económico”,(Margarita Fernandez y Magdalena Saleme, Coord.); UAM-X, Depto. de Producción Económica.

Torres A y Jasso J., (2003), “Aprendizaje y Capacidades Empresariales en América Latina”, CLADEA, Perú. Disponible en CD

Torres A y Jasso, J., (1998), ‘*Technological Learning and Competitiveness in the Autoparts and Petrochemical Industries in Mexico*’. Science, Technology and Society 3:1, pp.129-152

Torres A y Jasso J., (1996), ‘*Desarrollo Tecnológico y Reconversion Industrial en la Industria Manufacturera Mexicana: El desempeño de las Instituciones Tecnológicas*’ en Capdeville M., J.L Calva y Cuauhtemoc Perez (Coordinadores), Industria Manufacturera. Situacion Actual y Desarrollo bajo un Modelo Alternativo. UAM, Mexico.