

I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I

Palacio de Minería del 19 al 23 de Junio de 2006

Capacidades tecnológicas en empresas originadas en instituciones de investigación: el caso de Mappec S.A de C.V.

EDGAR BAÑUELOS VELÁZQUEZ

MESA 11



1. Introducción

De particular interés en términos de caracterizar procesos específicos de innovación resulta el estudio de casos concretos de vinculación entre entidades representativas de dos grandes esferas componentes del Sistema Nacional de Innovación (SNI): la estructura productiva y el marco institucional. Buscando de esta forma avanzar en la comprensión del sistema en su conjunto.

Estudios que se han enfocado al análisis de las trayectorias de acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas, destacan la importancia de las características de la interacción entre actores institucionales en torno al SNI, en la articulación de procesos de aprendizaje y en la acumulación de dichas capacidades (Bell y Pavitt, 1995; Kim, 1997; Dutrénit et al, 2003a).

Al respecto Kim (1997) establece que: “El aprendizaje tecnológico no puede ser explicado por uno ó dos factores; requiere de un sistema nacional de innovación efectivo, que implica un proceso complejo, interactivo y por consiguiente integrado socialmente, donde intervienen instituciones formales e informales en los contextos circunstancial y cultural de un estado-nación.”

Por su parte Dutrénit et al (2003a), advierten que: “los procesos de aprendizaje y de creación de capacidades tecnológicas en las empresas son influidos por las características del sistema nacional de innovación . . . y por la medida en que los agentes desempeñan el papel que les corresponde en la actividad innovativa.”.

El presente trabajo responde en cierta medida a la necesidad de ofrecer evidencia que describa las particularidades asociadas a casos concretos, con el propósito de aportar elementos explicativos que contribuyan a mejorar el entendimiento de planteamientos generales como los citados anteriormente.

En el texto se aborda la relación entre un instituto de investigación público y una empresa dentro del contexto del SNI mexicano. Destacando las particularidades de que la empresa se originó al interior de la institución de investigación y para su creación resultó determinante la transferencia de recursos tecnológicos ahí generados.¹ El objetivo del trabajo es caracterizar el proceso mediante el cual se conforman las capacidades tecnológicas de la empresa, con la finalidad de precisar los efectos que tiene su origen sobre el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado.

¹ A este tipo de empresas se les suele denominar *spin-off*, aunque en la literatura encontramos que dicho término se emplea de manera más amplia, incluyendo la generación de nuevos negocios derivados de iniciativas endógenas de universidades, instituciones públicas y privadas de investigación, empresas, etc., y que no necesariamente están enfocados a la explotación de desarrollos tecnológicos. Por mencionar algunos ejemplos tenemos: León (2000) donde el término *spin-off* se reserva a las iniciativas de generación de nuevos negocios basados en desarrollos tecnológicos provenientes de universidades ó instituciones públicas y el término *star-up* se emplea para hacer referencia a los esfuerzos para desarrollar nuevas empresas que realizan empresas ya establecidas; o Hasegawa y Furtado (2003) que emplean el término de una manera poco usual, definiendo como *spin-off* a un negocio que se genera a partir de resultados de investigación “inesperados” que se extrapolan de los objetivos iniciales de un programa de I&D.

El trabajo se aborda utilizando el caso de: Materiales-Productos Poliméricos y Elementos de Construcción S.A de C.V (MAPPEC), empresa mexicana originada al interior del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), que es un organismo público descentralizado cuyas actividades de investigación están vinculadas con el sector energético. MAPPEC es una empresa de base tecnológica que proporciona alternativas de solución a las principales causas de falla en el sistema mexicano de transmisión y distribución de energía eléctrica como lo son: las descargas atmosféricas y la contaminación.

2. Aprendizaje y Capacidades Tecnológicas

En el trabajo de Westphal et al (1985) se define la capacidad tecnológica como: *“la habilidad para hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico”*, y se señala que las capacidades tecnológicas se pueden clasificar de diferentes maneras, dependiendo de las particularidades del conocimiento tecnológico utilizado y las aplicaciones que se le den.

La idea anterior introduce la noción de que las disparidades entre empresas en cuanto a los niveles de capacidades tecnológicas acumuladas, se deben en gran medida a la existencia de diferencias en el acervo de conocimiento poseído, en la forma en que se utiliza, y en los mecanismos que se emplean para incrementarlo. Al respecto Lall (1987) proporciona una interpretación al señalar que: *“las firmas tienen conocimiento tecnológico altamente localizado”*, es decir, que el dominio del conjunto de tecnologías empleadas varía de empresa a empresa.

Haciendo referencia a la variedad de connotaciones que adquieren las tareas ó acciones conducentes a generar conocimiento tecnológico en una empresa, Lall (1987) define la capacidad tecnológica como: *“la habilidad general para encargarse de esta extensa gama de tareas”*.

Por su parte, Bell y Pavitt (1995) se refieren a las capacidades tecnológicas que permiten a las empresas en países en desarrollo alcanzar un desempeño eficiente, desde un punto de vista dinámico como: *“las capacidades domésticas para generar y administrar el cambio en las tecnologías usadas en la producción; estas capacidades están basadas principalmente en recursos especializados (como el personal altamente calificado) que no están incorporado, ni se derivan automáticamente de los bienes de capital y el “know how” tecnológico . . .”*

De esta forma la construcción de las capacidades tecnológicas en una empresa, sugiere una trayectoria temporal de acumulación de conocimientos mediante su participación en actividades de aprendizaje. El aprovechamiento a través del tiempo por parte de la empresa de las fuentes de conocimiento que estén a su disposición y la adecuada traducción de este conocimiento en capacidades aplicables, le permitirán responder mediante su desempeño competitivo e innovativo a las condiciones que imperen en el mercado en que participe (Teece y Pisano, 1994).

El aprendizaje tecnológico desde la perspectiva en que es abordado en la presente investigación, se refiere entonces al conjunto de actividades y procesos en los que interviene una empresa, que le permiten acumular experiencias, conocimientos y habilidades. Sobre los cuales se sustenta la construcción de sus capacidades tecnológicas empleadas para generar y gestionar el cambio técnico (Bell, 1984; Lall, 1987; Bell y Pavitt, 1993; Figueiredo, 1999; Kim, 1995).

Los procesos de aprendizaje serán multivariados, ya que se ven influidos por diversos factores asociados a cada empresa, tales como su origen particular, las prácticas organizacionales utilizadas en la gestión, las condiciones del sector en el que desarrolla sus actividades, la manera en que interactúa con otras entidades, etc. (Bell, 1984; Leonard-Barton, 1992b).

2.1 Taxonomía de capacidades tecnológicas

Bell y Pavitt (1995) basados en el trabajo de Lall (1992) construyeron una taxonomía representada mediante una matriz, que permite clasificar las capacidades tecnológicas, en relación con las funciones técnicas más importantes que realiza una empresa. Dichas funciones variarán ó adquirirán mayor relevancia unas sobre otras dependiendo del sector en el que se inserte la empresa.²

De acuerdo a la propuesta de Bell y Pavitt (1995), las funciones técnicas de la empresa dentro de las cuales se presenta la acumulación de capacidades, se derivan de dos grupos de actividades: las primarias y las de apoyo. Las actividades primarias se subdividen en funciones técnicas de inversión y de producción. Las funciones técnicas de inversión se clasifican en: toma de decisiones y control, y preparación y ejecución del proyecto. Estas funciones se refieren a la generación de cambio técnico y a la forma en que se administra durante grandes proyectos de inversión. Las funciones técnicas de producción se dividen en: centradas en el proceso y en la organización de la producción, y centradas en el producto; referidas a la generación y la administración de cambio técnico en los procesos y productos y en la organización. Por su parte, las actividades de apoyo conjuntan a las funciones de vinculación externa y producción de bienes de capital, que se consideran funciones de respaldo que pueden contribuir en la trayectoria de acumulación de las capacidades.

² La descripción de la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt, se realiza con base en el trabajo de Dutrénit et al (2003b).

3. Metodología

Se consideró propicio abordar la investigación por medio de la técnica de estudio de caso exploratorio. Donde el investigador se concentra en una situación concreta (el proceso de acumulación de las capacidades tecnológicas) e intenta identificar y caracterizar los diferentes procesos que ocurren en torno a ella. Con la finalidad de obtener elementos que permitan dar respuestas a las preguntas de investigación establecidas previamente (Yin, 1994).

Se optó por abordar el estudio de caso específico del proceso de acumulación de las capacidades tecnológicas de la empresa MAPPEC originada al interior del IIE, debido a las particularidades que presentaba su proceso de formación. Que involucró un esquema de transferencia de tecnología incluyendo el licenciamiento tecnológico de recursos propiedad del IIE y la participación activa de personal calificado del mismo.³ Por lo cual se considero como un caso excepcional que podía tener aportaciones originales, para el campo que comprende los estudios sobre acumulación de capacidades tecnológicas en las empresas.

Mediante la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt (1995) se definió el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado por la empresa, en las distintas funciones técnicas contempladas al momento de realizar la investigación. Para caracterizar la forma en la que se accedió a dicho estado se realizó la identificación de las actividades de aprendizaje tecnológico que se consideraron relevantes. Las particularidades de la empresa en cuestión, implicaron que para la construcción de la trayectoria completa de acumulación de capacidades se tuvieran que caracterizar el proceso de gestación que se dio lugar al interior del IIE.

4. Gestación de la empresa MAPPEC

4.1 Definición y desarrollo del proyecto de I&D

Durante los primeros años de operación del IIE se comenzaron a detallar los programas de investigación y desarrollo que le permitirían cumplir con los objetivos para los cuales fue creado. En este contexto se estableció una línea de investigación para el desarrollo de materiales. Que se centraba principalmente en la búsqueda de formulaciones que emplearan materias primas locales, de forma tal que se pudiera avanzar en el desarrollo de nuevos materiales para la fabricación local de dispositivos aislantes de alta tensión, para su aplicación y prueba posterior en el sistema eléctrico nacional.

La contratación del M. C. Marco Antonio Ponce se dio en este contexto. A partir de 1980 comenzó a trabajar en la tarea específica de desarrollar un nuevo material que pudiera ser sustituto de la porcelana y el vidrio, materiales que han sido tradicionalmente utilizados en la fabricación de aisladores de alta tensión. Paralelamente al desarrollo de nuevas formulaciones, se tendría que enfocar

³ Esta información se obtuvo en una primera entrevista con el Ing. José Luis Rincón Servín, responsable del área de protección de la propiedad intelectual en el IIE. El Ing. Rincón se refirió a este esquema de transferencia como de “flujo total”.

también a la implementación del proceso de fabricación de los posibles productos aislantes a ser elaborados.

4.2 Invención

El material desarrollado fue el concreto polimérico, el cual es un aislante de alta tensión constituido principalmente por arena sílica y resina polimérica, propuesto como un sustituto de los materiales comúnmente utilizados en la elaboración de aisladores de alta tensión para líneas de distribución y transmisión: porcelana y vidrio. Los aisladores fabricados de estos materiales enfrentaban problemas no superados como la contaminación, descargas atmosféricas y el vandalismo. Las características mecánicas y eléctricas del concreto polimérico lo situaban como una opción novedosa para fabricar aisladores que permitieran abordar estos problemas.

4.3 Protección

Las actividades realizadas en el IIE en torno a la tecnología del concreto polimérico se materializaron en resultados que debido a sus características de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial resultaron viables para buscar su protección mediante patentes. El IIE logró obtener derechos de propiedad intelectual en México y en Estados Unidos sobre el material, el proceso y los productos.

4.4 Desarrollo del producto

Una vez que se había logrado consolidar un equipo de investigación enfocado al desarrollo de materiales aplicables en aislamientos de alta tensión en el IIE, se comenzaron a promover proyectos bajo contrato con la empresa paraestatal Comisión Federal de Electricidad (CFE), con la finalidad de desarrollar productos de concreto polimérico manufacturados al interior del IIE.

En una primera etapa se desarrollaron productos a nivel de prototipo, los cuales se sometieron a una serie de pruebas tanto de funcionalidad como de durabilidad. En una segunda etapa se estableció un proceso de producción al interior del IIE, con la finalidad de fabricar lotes piloto de los productos desarrollados para probar su funcionamiento operativo en campo por parte de CFE.

Con la colaboración de CFE el proceso de fabricación al interior del IIE se formalizó, con todos los inconvenientes que implicaba la operación de un proceso industrial repetitivo en una institución de investigación que no contempla explícitamente ese tipo de actividades en sus objetivos. Lo anterior se reflejó en el incumplimiento de los tiempos de entrega establecidos en los contratos con CFE. A pesar de esto la cantidad de productos vendidos como lotes piloto a CFE pudo crecer de 300 piezas vendidas en 1994 hasta aproximadamente 14,000 piezas en 1998.

4.5 Inicio de la empresa

4.5.1 Gestación de la idea empresarial

El emprendedor que origina la idea de creación de la empresa es el M. en C. Marco A. Ponce, quien laboraba como investigador en la división de sistemas eléctricos del IIE y aparece como inventor en todas las patentes relacionadas con el concreto polimérico. La motivación para pasar de investigador a empresario se comienza a gestar como consecuencia de sus antecedentes laborales, que lo llevaban a contemplar la posibilidad de que parte de los resultados de su actividad como investigador se pudieran explotar comercialmente mediante la formación de una empresa.

Un factor determinante que influyó en la conformación de la idea empresarial fue el antecedente del proceso de producción al interior del IIE descrito anteriormente. En el cual había participado como organizador para posteriormente delegar la responsabilidad de encargarse de la producción a otra persona que después se convertiría en su socio en la empresa. Dicho proceso sentaba las bases para considerar la posibilidad de que los productos suministrados por el IIE a CFE mediante lotes piloto, tuvieran un mercado potencial explotable.

Es importante apuntar que la reacción de las personas que componían el entorno más cercano del emprendedor (familiares, amigos y colegas) al conocer su propuesta, fue negativa en casi todas ellas. La justificación en la mayoría de los casos se vinculaba con el riesgo asociado a un escenario en el que se abandona una institución de investigación pública después de haber laborado en ella 20 años, con la estabilidad laboral que esto implica, para incorporarse a una actividad llena de incertidumbres como la de ser empresario.

4.5.2 Formación del equipo emprendedor

Una vez que definió la idea de la empresa el emprendedor invitó a colaborar en el proyecto a tres personas más que laboraban en el IIE, dos como investigadores y uno como becario.

Durante su trabajo previo en el IIE, los miembros del equipo emprendedor estuvieron involucrados en actividades enfocadas a desarrollar conocimiento aplicable al sector eléctrico en México. Lo anterior provocó que al crear la empresa MAPPEC se contara con una base de conocimiento importante que permitía conocer los requerimientos actuales de sus clientes (CFE y LyFC) y vislumbrar los futuros.

4.5.3 Búsqueda de fuentes de financiamiento

Una vez conjuntado el equipo emprendedor, se comenzó con la búsqueda de fuentes de financiamiento, acudiendo a instituciones como Nacional Financiera (NAFIN) con la finalidad de concretar un apoyo. Al no encontrar una respuesta satisfactoria, sostuvieron alrededor de sesenta entrevistas buscando socios financieros sin lograr establecer ningún acuerdo. Ante la premura del tiempo, al no verse concretado el negocio, el capital utilizado para arrancar el proyecto provino

de la renuncia al IIE de los integrantes del equipo emprendedor que creó la empresa.

4.5.4 Proceso de transferencia tecnológica

El licenciamiento de la tecnología consistió en la sesión de los derechos de uso y explotación de cuatro patentes, contemplando la transferencia de toda la información relacionada con la tecnología del concreto polimérico que incluía: formulaciones, procedimientos de elaboración de productos, reportes de diseño, reportes de pruebas, etc. En suma, la información plasmaba documentalmente gran parte del conocimiento explícito acumulado por el IIE mediante las actividades realizadas en el desarrollo y aplicación de la tecnología licenciada. Como vemos, estamos ante un caso muy particular de transferencia en el que el inventor de la tecnología era el mismo solicitante de los derechos para su uso.

Finalmente la empresa MAPPEC se constituye oficialmente ante notario público el 6 de enero de 1999, pero inicia operaciones hasta el mes de julio del mismo año.

5. Aprendizaje Tecnológico en la empresa MAPPEC

Durante la etapa de desarrollo de MAPPEC se distinguen diversos mecanismos de aprendizaje tecnológico, que hemos clasificado de acuerdo al origen del conocimiento en: internos y externos. En la tabla 1 se presentan los mecanismos identificados que se consideraron más relevantes en términos de su aportación a la acumulación de capacidades tecnológicas.

Tabla 1. Mecanismos de aprendizaje tecnológico en MAPPEC.

Mecanismos de aprendizaje internos	Mecanismos de aprendizaje externos
Ingeniería de reversa	Vínculos con centros de investigación.
Diseño de productos	Reuniones con los clientes
Sistema de calidad	Actividades de vigilancia tecnológica
Mejoras a maquinaria y equipo	El proceso de licitación
Programas de mantenimiento	Reuniones informales con anteriores colegas
Programas de inducción y capacitación	Relación con los proveedores
Reuniones de trabajo	Cursos técnicos de actualización
	Visitas a ferias y exposiciones industriales

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de los mecanismos de aprendizaje podemos establecer que existen procesos que se han desarrollado con el objetivo deliberado de incrementar el acervo de conocimiento. Como sería el caso de las actividades de vigilancia tecnológica ó las de ingeniería de reversa. Existen también aquellos que sin ser concebidos para tal fin al analizarlos se logró obtener evidencia de que constituían una fuente de conocimiento, como por ejemplo: el proceso de licitación ó los cursos de actualización técnica.

Con respecto al origen del conocimiento observamos que las fuentes externas resultan más importantes para adquirir conocimiento aplicable a mejoras y desarrollo de productos. Lo que se hace evidente al considerar los mecanismos de aprendizaje en los cuales se interactúa con el cliente, que aunque tengan objetivos diferenciados tales como comercialización, servicio ó comprobación de la satisfacción del cliente; permiten obtener información importante aplicable en mayor medida a la mejora de productos. Las fuentes internas, en cambio, se consideran relevantes para adquirir y difundir conocimiento tanto de los productos, tal es el caso de las actividades de diseño; como del proceso, teniendo como ejemplo el caso del sistema de calidad.

6. Acumulación de capacidades tecnológicas en la empresa MAPPEC

Los niveles de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzados por MAPPEC en cada una de las funciones contempladas se ilustran en la matriz de la tabla 2, identificados por medio del sombreado de las celdas correspondientes. En las cuatro funciones técnicas primarias se han desarrollado capacidades innovativas avanzadas y en las dos funciones técnicas de soporte se han logrado acumular capacidades innovativas intermedias.

Es claro que el hecho de que la empresa haya surgido con un contrato para explotar recursos tecnológicos originales, influyó determinadamente en el nivel de capacidades alcanzado a pesar del corto tiempo de vida de la empresa.

La existencia de derechos de propiedad industrial sobre la tecnología del concreto polimérico, descartaba la opción de encontrar procesos industriales desarrollados a nivel comercial para fabricar productos de dicho material. Que pudieran servir como una referencia para el diseño del proceso cuando se estaba desarrollando la planta de producción. De igual forma, los procesos utilizados para fabricar productos aisladores con otros materiales, pero con aplicaciones similares a los que pretendía fabricar MAPPEC tampoco servían como un modelo, ya que las técnicas de producción son totalmente diferentes. De aquí se desprende la originalidad asociada a los procesos, los productos y en general a la planta de producción implementada en MAPPEC. Las capacidades para el diseño original de la maquinaria, el proceso y los productos manifiestan cierto grado de autonomía tecnológica alcanzada por la empresa.

Tabla 2. Matriz de capacidades tecnológicas para la empresa MAPPEC.

Niveles de Capacidades	Funciones Técnicas Primarias				Funciones Técnicas de Soporte	
	Inversión		Producción			
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución de proyectos	Centrada en los procesos y en la organización de la producción	Centrada en el producto	Vinculación externa	Producción de bienes de capital
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente						
Capacidades operativas básicas	Estimación de inversiones	Planeación de proyectos de desarrollo. Acondicionamiento del terreno a las condiciones específicas de la planta. Construcción de la infraestructura básica.	Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes.	Copia de especificaciones y diseños fijos Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especificaciones	Búsqueda de insumos disponibles de proveedores. Venta de productos existentes a clientes nuevos y existentes.	Copia simple de especificaciones de planta y maquinaria.
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas básicas	Supervisión activa y control de: estudios de factibilidad, selección de tecnología/proveedores, programación de	Estudios de factibilidad. Búsqueda de equipo estándar. Ingeniería básica.	Implantación del sistema de calidad, ISO-9001:2000. Mejora del layout.	Calificación de proveedor confiable expedida por LAPEM de CFE. Adaptaciones	Búsqueda y absorción de información nueva de proveedores, clientes e instituciones locales.	Copia de nuevos tipos de planta y maquinaria. Adaptación simple de diseños y

	actividades.		Adaptaciones menores.	menores a las necesidades del mercado.	Vínculos con instituciones educativas para reclutar personal.	especificaciones.
Capacidades innovativas intermedias	Actividades de vigilancia tecnológica. Negociación con proveedores, nacionales e internacionales. Administración del proyecto completo.	Ingeniería de detalle. Adquisición de equipo. Administración y seguimiento de proyectos. Capacitación y reclutamiento. Puesta en marcha de la planta.	Mejora continua del proceso. Incremento de las capacidades de producción. Licenciamiento de nueva tecnología de proceso.	Licenciamiento de nueva tecnología de producto. Ingeniería de reversa. Diseño incremental de nuevos productos.	Contrato de Transferencia de tecnología con el IIE. Contrato de asistencia técnica y pruebas con el IIE. Relación estrecha con proveedores especializados.	Diseño original de bienes de capital, empleados en el proceso de moldeo.
Capacidades innovativas avanzadas	Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes.	Diseño e implementación del proceso de producción original.	Innovación de proceso	Innovación de producto. Combinación de tecnologías.	Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes y socios.	I y D orientada a establecer especificaciones y diseño de nuevas plantas y maquinaria.

Fuente: Elaboración propia a partir de Dutrénit, Vera-Cruz y Arias, 2003; basado en Bell y Pavitt, 1995.

La evidencia obtenida mostró que la capacidad de vinculación con actores externos ha permitido prever problemas que se puedan presentar en el proceso, así como obtener conocimiento importante sobre los requerimientos y el concepto de los productos que tienen los clientes.

Así mismo se encontraron elementos para señalar que las limitantes económicas experimentadas sobre todo cuando se iniciaron operaciones, contribuyeron para que con la premisa de optimizar los recursos, interviniera personal de la empresa en la definición y ejecución de los distintos proyectos. Esta participación activa en las actividades de desarrollo y mejora de procesos y productos se ha mantenido, con la finalidad de limitar la dependencia tecnológica con los proveedores de componentes y/o equipos. Las experiencias obtenidas con esta participación activa han tenido un impacto positivo en el nivel de acumulación de capacidades obtenido.

Consideramos que las actividades de aprendizaje que permitieron la adquisición de conocimiento externo para su articulación posterior con el cuerpo de conocimiento acumulado por la empresa, fueron cruciales para conjuntar las capacidades tecnológicas manifestadas en la implementación de proyectos en los que se combinan tecnologías de distintos materiales aislantes.⁴ El desempeño innovativo cuantitativo y cualitativo presentado en el desarrollo de productos, pone de manifiesto la existencia de una estrategia tecnológica activa por parte de la empresa. En la que se contempla la incursión en la tendencia tecnológica actual en lo que se refiere al uso de materiales y componentes para dispositivos aislantes.

6. Reflexiones finales

La relación entre el origen de la empresa y la trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas se representa esquemáticamente en la figura 1.

El hecho de que se lograra concretar un proceso de fabricación a nivel piloto al interior del IIE, influyó en un cambio en la percepción de los productos de concreto polimérico desarrollados. Que pasaban de ser considerados invenciones con potencial de aplicación a innovaciones de producto con potencial de mercado, que contribuirían a resolver dos de los principales problemas presentados en las líneas de distribución y transmisión de energía eléctrica, como lo son las descargas atmosféricas y la contaminación.

Debido a las particularidades asociadas a la trayectoria de desarrollo de la tecnología del concreto polimérico podemos establecer que las actividades realizadas al interior del IIE en relación a la tecnología, pueden ser consideradas como procesos de aprendizaje tecnológico que permitieron al grupo involucrado acumular un conjunto de

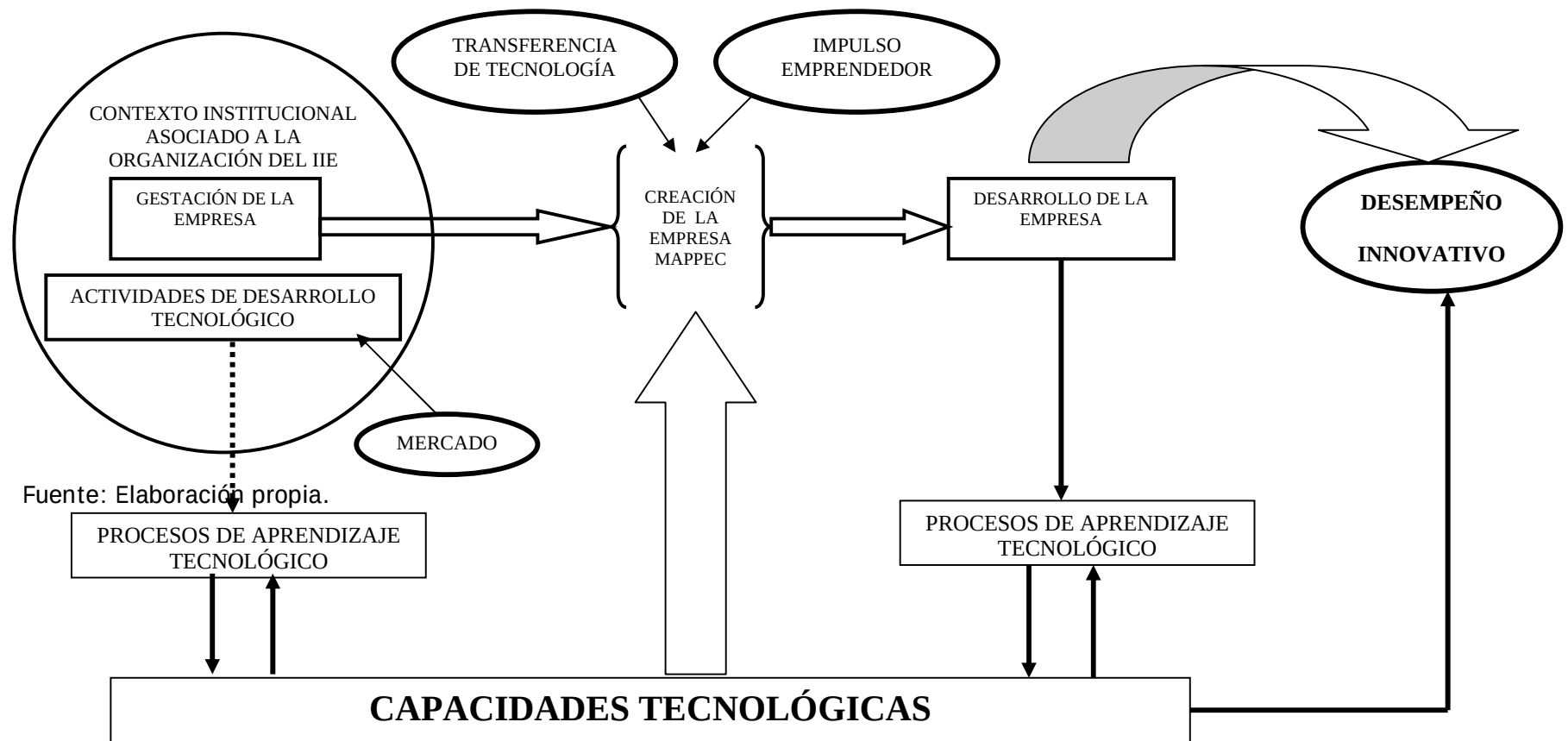
⁴ Un ejemplo de esto es el proyecto de desarrollo del Apartarrayos de Línea con Entrehierro en Aire-Silicón (ALEA-Silicón). Que permitió concretar la combinación de tecnologías en la elaboración del producto, conformado por una base de concreto polimérico como envoltorio de los varistores (tecnología propia) y un recubrimiento de hule de silicón que representa la tendencia tecnológica a nivel mundial en el campo de materiales utilizados en superficies de aisladores de alta tensión. El proyecto también contempló el desarrollo del proceso que permitiera concretar en un producto la idea de combinación tecnológica.

conocimientos, habilidades y competencias que posteriormente serían útiles para la creación de la empresa.

Al momento de crearse la empresa dos cuestiones resultaron relevantes: las características del proceso de transferencia tecnológica y el impulso emprendedor que dirigió la idea de negocio.

Es evidente que la transferencia de los recursos tecnológicos licenciados por el IIE en relación a la tecnología del concreto polimérico fue determinante para la creación de la empresa MAPPEC. Pero reconocemos que esto no hubiera sido posible sin el impulso emprendedor que originó la idea de negocio, mediante el cual se logró entre otras cosas: conjuntar un equipo con capacidades y competencias complementarias, hacer frente a las opiniones de rechazo a su propuesta, afrontar la escasez de financiamiento y reconocer que los recursos tecnológicos del IIE podrían ser útiles para explotar una oportunidad de negocio.

Figura 1. Origen de la empresa y acumulación de capacidades tecnológicas



En nuestro caso nos enfrentamos a una situación particular en la que el representante de la empresa demandante de la tecnología, aparecía como inventor en todas las patentes relacionadas con la tecnología del concreto polimérico, y había estado involucrado al igual que los otros miembros del equipo emprendedor en los proyectos de desarrollo y elaboración de productos al interior del IIE. Lo anterior no deja lugar a dudas acerca de la profundidad del conocimiento del equipo emprendedor sobre el paquete tecnológico adquirido, lo que evidentemente incrementó su capacidad de apropiación de la tecnología licenciada.

La evidencia obtenida nos permite referirnos al proceso de transferencia tecnológica como un proceso de transferencia de capacidades tecnológicas. En otras palabras, consideramos que MAPPEC inició operaciones con un nivel preestablecido de capacidades tecnológicas. Podemos señalar entonces que en una empresa que se origina al interior de una institución de investigación, la trayectoria de acumulación de las capacidades estará ligada con la trayectoria misma de desarrollo de la tecnología (ó conjunto de tecnologías), que conforma la base de los recursos determinantes para la creación de la empresa.

De esta forma el nivel de capacidades desarrollado actualmente por MAPPEC, se fundamenta en una trayectoria de acumulación que inicia al interior del IIE, tiempo antes de que se genere la empresa misma, inclusive antes de que surja el impulso emprendedor que le dio origen. Lo anterior le permitió iniciar operaciones presentando un desempeño innovativo que le facilitó afrontar las condiciones contextuales del mercado en el que ingresaba. El desempeño innovativo ha mantenido una dinámica evolutiva debido a que el acervo de capacidades tecnológicas acumuladas en las distintas funciones técnicas que realiza, se ha incrementado durante la etapa subsecuente de desarrollo de la empresa. Lo anterior debido a que en MAPPEC a través del tiempo que lleva operando, se distinguen esfuerzos para establecer mecanismos de aprendizaje con la finalidad de dar continuidad al flujo de conocimiento en la empresa.

Bibliografía

ARVANITIS, R. y D. Villavicencio (1994), "Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico. Reflexiones basadas en trabajos empíricos", *El Trimestre Económico*. Vol. LXI(2), Núm. 242.

BELL, M. (1984), "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries". In Kim K. and Fransman (Eds.). *Technological Capacity in the Third World*. London. Macmillan.

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

BELL, M. y K. Pavitt (1993), "Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrast Between Developed and Developing Countries". *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, no. 2.

COHEN, W.M. and D.A. Levinthal (1990). "Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Sciences Quarterly*, vol. 35, núm. 1, pp.128-152.

DUTRÉNIT, G. et al (2003a), "Estrategia tecnológica y demanda de investigación básica a las universidades y centros. El caso de dos empresas en México", *El Trimestre Económico*. Vol. LXX(4), Núm. 280.

DUTRÉNIT, G. et al (2003b), "Diferencias en el Perfil de Acumulación de Capacidades Tecnológicas en tres Empresas Mexicanas", *El Trimestre Económico*. Vol. LXX(1), México.

FIGUEIREDO, P. (1999). *Technological capability-Accumulation Paths and the Underlying Learning processes in the Latecomer Context: A Comparative Analysis of two Large Steel Companies in Brazil*, SPRU, University of Sussex, UK.

HASEGAWA, M. y A.T. Furtado (2003), "Identificação e mensuração de spinoffs gerados por programas de P&D: o AMBICANA", X seminário latino-iberoamericano de gestão tecnológica ALTEC 2003, México D.F; 22-24 octubre 2003.

KIM, L (1999), *Learning and innovation in economic development*, Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK.

_____ **(1997)**, *From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological learning*, Boston MA. Harvard Business School Press.

LALL, S. (1992), "Technological Capabilities and Industrialization", *World Development*, vol.20, núm.2, pp.165-186.

_____ **(1993)**, "Technological Capabilities", in J.J. Salomon (Ed.), *The Uncertain Question; Science, Technology and Development*, Tokyo, United Nations University Press, pp.165-186.

_____ **(1987)**, *Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India*. London. Macmillan Press.

LEÓN, G. (2000), "La creación de empresas de base tecnológica desde el sistema público", Boletín SEBBM, N°-128, Mayo 2000.

LEONARD-BARTON, D. (1992a), "Core Capabilities and Core Rigidities: a Paradox in Managing new Product Development", *Strategic Management Journal*, no 13. pp. 111-125.

_____ **(1992b)**, "The Factory as a Learning Laboratory", *Sloan Management Review*, vol.32, núm. 1

ROBERTS, E. B. y D. E. Malone (1996), "Policies and structures for spinning off new companies from research and development organizations", *R&D Management*, 26(1), 17-48.

TEECE D. et al (1990), "Firm capabilities, resources and the concept of strategy, CCC", Working paper, núm. 90-8

TEECE, D. y G. Pisano (1994), "The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction". en *Industrial and Corporate Change*, pp. 537-54.

VILLAVICENCIO, D. (1990), "La Transferencia de Tecnología: un Problema de Aprendizaje Colectivo", *Argumentos*, No. 10-11.

WESTPHAL, L. et al (1985), "Reflections on the Republic of Korea's Acquisition of Technological Capability". In Rosenberg N. and Frischtak C. (eds.). *International Technology Transfer*, New York. Praeger Publishers.

YIN, R. (1994), *Case Study Research: Design and Methods*, segunda edición, Sage Publications, California, USA, 1994.

EDGAR BAÑUELOS VELÁSQUEZ

edbave@yahoo.com.mx.

Egresado de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.