



Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Tema:

**El papel de la vinculación universidad - empresa en
la generación de capacidades tecnológicas: el caso
Vitalmex-UAM-I.**

Presenta:

Denisse C. Soto Villanueva

Asesor:

Dr. Arturo Torres

**Tesis para obtener el grado de maestro en
Economía y Gestión de la Innovación**

México D.F.

Octubre 2015

Agradecimientos

A mi madre, Estela Asela Villanueva Ponce por enseñarme con el ejemplo a ser un una persona integral.

A mis hermanos.

A Marlen Castañeda Franco por su cariño y apoyo incondicional.

A Javier Alejandro Cuevas Rodríguez por inspirarme a superarme a mí misma.

A Víctor Manuel Gómez Altamirano por su apoyo, amor, compañía y total comprensión, sin ti estaría perdida.

A mis compañeros y amigos de la maestría, Evelyn, Rodrigo, Nayeli, Aline, Rubén, Flor, Dayana y demás por su compañía, entereza y tiempo compartido en esta hermosa y fantástica travesía.

A mi asesor, el Dr. Arturo Torres que gracias a su guía, paciencia, esfuerzo y fe en mí ha contribuido significativamente a generar este trabajo.

A mis profesores de la maestría, que con su pericia, experiencia y conocimientos enriquecieron mi ser.

A la Universidad Autónoma Metropolitana que me brindó la oportunidad de cursar la maestría en Economía y Gestión de la Innovación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para realizar un estudio superior a mi formación profesional.

Y finalmente, a mis amigos, que siempre creyeron en mí.

El hombre que más ha vivido no es aquel que más años ha cumplido, sino aquel que más ha experimentado la vida.

- Jean Jacques Rousseau

Dedicatoria

Quiero dedicarle este trabajo a todos aquellos soñadores que tienen la tenacidad, constancia, valentía, disciplina y fe en todo lo que hacen y quieren, a todos aquellos soñadores que creen en sus más fervientes anhelos, que nunca se rindieron y lograron conseguir lo que tanto querían, va para ellos.

Este trabajo es sólo evidencia de que todo lo que sueñes es posible de lograr, solo falta creer realmente en ello.

“Da tu primer paso ahora. No es necesario que veas el camino completo, pero da tu primer paso. El resto irá apareciendo a medida que camines”.

- *Martin Luther, Jr.*

“No harás nunca nada en este mundo sin coraje. Es la mayor cualidad mental junto al honor”.

- *Aristóteles.*

Contenido	
Capítulo 1	11
Introducción	11
1.1. Justificación.....	12
1.2. Planteamiento del problema	13
1.3. Preguntas de investigación.....	14
1.4. Objetivo general	14
1.4.1. Objetivos particulares	15
1.5. Hipótesis.....	15
1.6. Breve descripción de la estructura del trabajo	15
Capítulo 2	16
Revisión de la Literatura y Construcción del Marco teórico	16
2.1 Transferencia Tecnológica (TT)	19
2.2 Tipos de aprendizaje tecnológico.....	20
2.3 Las capacidades tecnológicas.	21
2.3.1 Tipos de capacidades tecnológicas	23
2.3.2 Taxonomía de las capacidades tecnológicas.....	24
2.4 El SNI	27
2.5 El papel de la empresa y las universidades en los SNI.....	30
2.5.1 El rol de la empresa.....	32
2.5.1.1 Fuentes de conocimiento	33
2.5.2 El rol de las IES y los CPI	34
2.6 La vinculación universidad-empresa.....	35
2.7 Modelos de vinculación.	36
2.8 Canales de la VUE	38
2.9 Beneficios/ventajas de la VUE desde el lado de la empresa.....	41
2.10 Obstáculos de la vinculación universidad-empresa	44

2.11 El papel que juega la vinculación universidad-empresa en la generación de capacidades tecnológicas.	45
2.12 La relación de las capacidades tecnológicas con los canales de la VUE	50
Capítulo 3	53
Metodología de investigación.....	53
3.1 Diseño de la investigación.....	53
3.2 Selección del caso	54
3.3 La unidad de análisis.....	55
3.4 Fuentes de evidencia	56
3.4.1 Documentos	56
3.4.2 Registro de archivos.....	56
3.4.3 Entrevistas.....	56
3.4.4 Observación directa.....	57
Capítulo 4	59
La industria de dispositivos médicos.....	59
4.1 Evolución internacional de la industria de dispositivos médicos.....	60
4.2 La industria de dispositivos médicos en México.	65
Capítulo 5	69
El caso de Vinculación Universidad-Empresa: Grupo Vitalmex – UAM-I.....	69
5.1 Integración del Grupo Vitalmex: de la representación de marcas a la producción	71
5.2 Productos/Servicios que ofrece el Grupo Vitalmex	74
5.3 Evolución de la estructura organizacional de la empresa	75
5.4 El Área de innovación en Vitalmex	77
5.5 El proceso de innovación en Vitalmex	79
5.6 UAM – Iztapalapa.....	81
5.7 Mecanismos para la VUE: creación y evolución de Innovamédica	83
5.8 Organización de Innovamédica	88

5.9 Trayectoria de Innovamédica	90
5.10 El proyecto VAD (Dispositivo de Asistencia Ventricular): Un caso de Vinculación	92
5.11 Problemas derivados del Diseño y Desarrollo del proyecto	99
Capítulo 6	103
Acumulación de capacidades en Vitalmex y papel de la vinculación universidad-empresa	103
6.1 Etapa 1 (1976-1980): De representante de marcas a la comercialización de equipo médico (construcción de capacidades operativas básicas)	103
6.2 Etapa II (1983-1999): Del Posicionamiento en el mercado con la distribución a la producción de equipo médico (Hacia la construcción de capacidades tecnológicas básicas).	107
6.3 Etapa III (2000-2009): De la individualidad a la generación de la Vinculación universidad-empresa (construcción de capacidades tecnológicas intermedias)..	110
6.4 Etapa IV (2010- presente): El desarrollo de la VUE (Hacia la construcción de capacidades tecnológicas avanzadas).....	115
6.5 Beneficios derivados de la VUE para Vitalmex y UAM-I	120
Capítulo 7	129
Conclusiones	129
Bibliografía.....	134
Anexos	144

Índice de Tablas.

Tabla 1. Tipos de aprendizaje tecnológico.....	21
Tabla 2. Beneficios de la VUE para las IES.	41
Tabla 3. Beneficios de la VUE para las empresas.	43
Tabla 4. Relación de CT con canales de la VUE.....	51
Tabla 5. Personal entrevistado VUE.	57
Tabla 6. Resumen de metodología.	58
Tabla 7. Participación por región 2012-2020 de DM.	63
Tabla 8. Empresas de DM destacadas a nivel mundial.....	64
Tabla 9. Principales empresas de DM en México.	67
Tabla 10. Empresas del grupo Vitalmex.	73
Tabla 11. Productos y Servicios del Grupo Vitalmex.....	75
Tabla 12. Funciones del recurso humano del área de Innovación de Vitalmex.	79
Tabla 13. Desglose de recursos humanos en Innovamédica.	86
Tabla 14. Proyectos desarrollados por Innovamédica.....	91
Tabla 15. Resumen de beneficios directos de Vitalmex gracias a la VUE.....	125

Índice de Gráficos.

Gráfico 1. Recursos Humanos en área de Innovación de Vitalmex.....	78
Gráfico 2. Estructura de la UAM-I.	82
Gráfico 3. Evolución del personal de Innovamédica (en términos académicos).	87

Índice de Esquemas.

Esquema 1. Funciones técnicas de una empresa.....	25
Esquema 2. Capacidades tecnológicas, enfoque teórico.	26
Esquema 3. Sistema Nacional de Innovación, componentes y relaciones.	32
Esquema 4. Triangulo de Sábato.....	37
Esquema 5. Modelo de triple hélice de la vinculación universidad-Industria-Estado.	37
Esquema 6. Niveles de complejidad de los canales de vinculación entre la universidad y la empresa.....	39
Esquema 7. Canales y Tipos de la VUE.	40
Esquema 8. Ciclo virtuoso de la construcción de CT.	47
Esquema 9. Proceso de construcción/desarrollo de CT.....	48
Esquema 10. Relación de CT con canales de la VUE.	50
Esquema 11. Estructura jerárquica del grupo Vitalmex.....	76
Esquema 12. Creación de valor de Vitalmex.	80
Esquema 13. Proceso de innovación de dispositivos médicos.....	81
Esquema 14. Mecanismo de vinculación Vitalmex-UAM-I.	85
Esquema 15. Áreas de Innovamédica.	89
Esquema 16. Proceso de Innovación del VAD.....	98
Esquema 17. Matriz de capacidades operativas básicas de Vitalmex.....	105
Esquema 18. Matriz de capacidades tecnológicas básicas de Vitalmex.	107
Esquema 19. Matriz de capacidades tecnológicas intermedias de Vitalmex.	111
Esquema 20. Matriz de capacidades tecnológicas avanzadas de Vitalmex.	115

Esquema 21. Matriz compilada de capacidades tecnológicas de Vitalmex.	118
Esquema 22. Producción de patentes de Vitalmex.	121
Esquema 23. Producción de publicaciones de Vitalmex.	122
Esquema 24. Conferencias de Vitalmex.	123
Esquema 25. Producción de tesis de Vitalmex.	124

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1. Línea del tiempo de los DM.	61
Ilustración 2. Participación por región de DM en 2011.	62
Ilustración 3. Producción de DM en México 2006-2012.	65
Ilustración 4. Principales estados exportadores de DM.....	66
Ilustración 5. VAD.	95

Lista de acrónimos

<i>Significado</i>	<i>Abreviatura</i>
<i>Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica</i>	CANIFARMA
<i>Capacidades Científicas</i>	CC
<i>Capacidades Innovativas</i>	CI
<i>Centros Públicos de Investigación</i>	CPI
<i>Comisión Económica para América Latina y el Caribe</i>	CEPAL
<i>Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios</i>	COFEPRIS
<i>Dispositivo de Asistencia Ventricular</i>	VAD
<i>Dispositivos Médicos</i>	DM
<i>Foro Consultivo Científico y Tecnológico</i>	FCCyT
<i>Fundación México Estados Unidos Para la Ciencia</i>	FUMEC
<i>Instituto de Educación Superior</i>	IES
<i>La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura</i>	UNESCO
<i>Oficinas de Transferencia Tecnológica</i>	OTT
<i>Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico</i>	OCDE
<i>Organizaciones no Gubernamentales</i>	ONGs
<i>Sistema Nacional de Innovación</i>	SNI
<i>Transferencia Tecnológica</i>	TT
<i>Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa</i>	UAM-I
<i>Vinculación Universidad -Industria-Estado</i>	VUIE
<i>Vinculación Universidad-Empresa</i>	VUE

Capítulo 1

Introducción

Las empresas cada vez usan más a la innovación como una de sus principales estrategias, ya sea para posicionarse en el mercado, para ganar mayor cuota del mismo, para obtener mayores beneficios por medio de la utilización de las mejores prácticas que desembocan en una disminución de sus costos y/o la mejora de los procesos y productos, o simplemente para sobrevivir ante un mundo que constantemente está cambiando. Con respecto a lo antes mencionado, el aprendizaje y la absorción, adaptación, generación y difusión de conocimiento, desempeña un papel muy importante para promover las actividades innovativas; las empresas buscan obtener, generar y desarrollar el conocimiento, lo que les permite construir y acumular sus capacidades.

Según la CEPAL (2008) los procesos de cambio estructural y destrucción creativa, así como los procesos de aprendizaje, las vinculaciones y las capacidades tecnológicas & organizacionales de las empresas, entre otros factores, determinan la capacidad de innovación de las mismas. Las empresas son el actor más importante para generar innovación, el cual se desarrolla mediante el proceso de innovación. Sin embargo, la generación de conocimiento que subyace dicho proceso se lleva a cabo en coparticipación de varios actores, uno de ellos; la empresa. Bajo lo anterior, han sido ampliamente reconocidos el papel que juega los productores y transmisores de conocimiento; los Institutos de Educación Superior (IES) y los Centros Públicos de Investigación (CPI), los cuales pueden participar en el proceso de innovación dando soporte a las empresas, ya sea en la introducción de nuevos procesos y productos y/o en la mejora de los mismos.

Dada una economía globalizada, con una competencia basada cada vez más en el conocimiento, este hecho ha dado pie para que la vinculación de la universidad con las empresas y otras organizaciones productivas tome una creciente relevancia.

En este sentido, la creación de vínculos universidad-empresa puede beneficiar a ambos actores para construir y/o desarrollar capacidades tecnológicas y a las universidades para aumentar su producción académica.

El presente trabajo pretende contribuir al análisis de los efectos que tiene el proceso de la vinculación entre la universidad y la empresa (VUE) para la generación de capacidades tecnológicas para la empresa, identificando los mecanismos que han contribuido a desarrollar la relación.

En específico, se estudiara el sector de dispositivos médicos, tomando como base de estudio a la empresa Vitalmex y su relación con la UAM-Iztapalapa.

Vitalmex es un grupo de empresas, la primera de estas se fundó en 1976. Vitalmex actualmente se dedica a la producción, comercialización, desarrollo y distribución de medicamentos y equipos médicos.

Por su parte, la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa es una de las universidades públicas más prestigiosas de México. El grupo de investigación con el que la empresa casó de estudio se vinculó, se encuentra en la división de ciencias básicas e Ingeniería, en el área de Ingeniería Biomédica.

Para el caso de la empresa, se busca identificar como la vinculación con la universidad puede impactar positivamente en sus procesos de aprendizaje y generación de capacidades tecnológicas, siendo esto, el beneficio para la empresa.

Para el lado de la universidad, se trata de identificar los beneficios obtenidos, reflejados en; generación de recursos humanos de alta calificación, artículos publicados, patentes obtenidas y las tesis de posgrado (maestría y doctorado) concluidas y relacionadas con el caso y proyecto particular que se analiza.

El análisis y reflexión final apunta a generar algunas recomendaciones sobre los mejores procesos de vinculación entre empresas y grupos de investigadores en Instituciones de Educación Superior, con miras a incrementar la calidad y cantidad de innovaciones basadas en dicha colaboración.

1.1. Justificación

El común denominador de los países que tienen mayor crecimiento es; el tipo de economía, economías que se orientan más a la producción de ideas en vez de bienes. Esto implica mantener stocks de información (Stiglitz J. , 2003). Dada la fuerte intensidad del progreso científico y tecnológico, a dichas economías se les conoce como economías basadas en conocimiento.

Un elemento necesario para formar una economía basada en conocimiento es la construcción de una infraestructura de investigación, de desarrollo tecnológico, de innovación e incubación de las empresas de base tecnológica que permita generar recursos tecnológicos (García González, 2001; Montuschi 2000 & CEPAL, 2002).

Para que todo lo anterior sea posible, es necesario favorecer actividades que fomenten la vinculación de los agentes asociados a la ciencia, la tecnología y la innovación del país en cuestión. En este contexto, la promoción de vínculos entre la universidad y la empresa ha adquirido relevancia. Los vínculos universidad-empresa fortalecen las capacidades de innovación de las empresas e impactan en el sistema de innovación a nivel sectorial, regional y nacional.

La economía basada en conocimiento tiene en su base las interacciones de diferentes actores, tales como el gobierno, las empresas y academias (la triple hélice) que propician la innovación mediante un elemento clave: el conocimiento. De acuerdo con esto, la interacción entre los agentes y el conocimiento desemboca en la creación de innovaciones.

La interacción entre empresas, universidades e instituciones de investigación, es uno de los flujos de conocimiento e información cruciales en el Sistema Nacional de Innovación, de acuerdo con la Organización para la Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE). Esta misma organización señala que la débil vinculación y cooperación entre empresas y agentes pertenecientes al Sistema Nacional de Innovación (SNI) es un obstáculo para la transferencia de tecnología y conocimientos, para los procesos de innovación y para la articulación entre el sector productivo y la academia (OCDE, 2013). Lo anterior hace que la construcción de capacidades por parte de las empresas se vea afectada negativamente. La vinculación universidad-empresa y su papel en la construcción de capacidades, es el objeto de estudio de en el presente trabajo.

1.2. Planteamiento del problema

México ha retrocedido en términos de competitividad en los últimos años. Según el Foro Consultivo, Científico y Tecnológico (FCCyT, 2013), México ocupó la posición 53 de 144 países durante el 2010 en el Índice de Competitividad Global (WEF) (World Economic Forum (WEF) , 2014), posición que es más baja con respecto a años anteriores.

Un factor determinante detrás de este hecho, es que la brecha tecnológica entre los países sigue creciendo. La industria mexicana tiene un bajo nivel de especialización, y se caracteriza por su alta concentración en sectores intensivos en trabajo (Botella & Suárez, 2012), así como por la escasa inversión en IDI que realiza.

En este caso, los actores que participan en la realización de las actividades innovadoras en el país (empresas, universidad, estado e instituciones intermedias) son vitales para impulsar cambios en esta situación. Análisis previos caracterizan la vinculación universidad-empresa en México como; situación en la que los esfuerzos de los actores involucrados se encuentran aislados y no han articulado una real red de apoyo al desarrollo tecnológico, existen débiles eslabonamientos y flujos de conocimiento, falta entendimiento de las necesidades del sector productivo, hay una muy escasa colaboración entre empresas y falta de cooperación interinstitucional, la estructura está fragmentada y persisten el aislamiento, la falta de información y la duplicidad de esfuerzos (FCCyT, 2007). La limitada vinculación universidad-empresa, de acuerdo con el FCCyT (2006) se debe a que no existe claridad sobre el impacto de la vinculación universidad-empresa en diferentes ámbitos del quehacer científico, económico y social; existen dificultades para promover actividades de vinculación; se carece de un marco normativo propicio para la vinculación entre IES y los CPI con las empresas, entre otros factores. Un trabajo reciente argumenta que el Sistema Mexicano de Innovación tiene algunas fallas de vinculación, en la transferencia de conocimiento, y el aprendizaje interactivo. Estas fallas merman la relación entre los agentes del sistema (Vera-Cruz, Casas, De Fuentes & Torres, 2013) y por ende de la construcción de capacidades por parte de las empresas.

1.3. Preguntas de investigación

Considerando la importancia de la problemática descrita, esta tesis busca contribuir al análisis de la VUE en México, concentrado en las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué efecto tiene el proceso de vinculación de la empresa Vitalmex con la universidad UAM-I en la generación y desarrollo de capacidades tecnológicas?
2. ¿Cómo colabora la empresa Vitalmex con la universidad UAM-I?
3. ¿Cuáles son los beneficios que obtiene la empresa Vitalmex al vincularse con la UAM-I?

1.4. Objetivo general

El objetivo de este trabajo es aportar evidencia empírica respecto al papel que juega la vinculación universidad-empresa en la construcción y generación de capacidades tecnológicas, los canales que existen para crear dichos vínculos y evidenciar los beneficios que se obtienen por este esfuerzo para ambos actores, el caso que ilustra lo anterior es la vinculación que se dio entre la empresa Vitalmex y la universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa (UAM-I).

1.4.1. Objetivos particulares

- Conocer los efectos que tiene el proceso de la VUE en la generación de capacidades tecnológicas en las empresas (en términos de procesos y/o resultados).
- Identificar cómo se vinculan las empresas del sector de dispositivos médicos con las IES y/o CPI.
- Reconocer los beneficios que obtienen las empresas derivados de su vinculación con las IES y/o CPI.

1.5. Hipótesis

Las hipótesis que sostiene este trabajo son:

- La relación de la vinculación universidad-empresa tiene efectos positivos en términos de aprendizaje, generación de conocimiento y capacidades tecnológicas para la empresa.
- Las empresas mantienen vinculación con las IES/CPI mediante diferentes vías, entre ellas se encuentran: contactos informales, proyectos conjuntos y flujo de recursos humanos.
- Las empresas se esfuerzan por vincularse con las IES/CPI para obtener beneficios de ello, uno de estos son la creación y/o desarrollo de capacidades científicas.

1.6. Breve descripción de la estructura del trabajo

El presente trabajo está estructurado de siete capítulos. El primer capítulo presentó de forma general el tema principal de este estudio, se plantea los principales objetivos, las cuestiones que permitirán perfilar a la investigación a lo largo de su elaboración. El segundo capítulo expone la revisión de la literatura para dar paso a la construcción del marco teórico. El tercer capítulo describe la metodología utilizada. El cuarto capítulo plantea el contexto nacional e internacional del sector de dispositivos médicos. El siguiente capítulo detalla los actores del caso de estudio. El capítulo sexto presenta el análisis empírico. El último capítulo ofrece algunas conclusiones.

Capítulo 2

Revisión de la Literatura y Construcción del Marco teórico

La presente investigación centra su atención en los temas de capacidades tecnológicas y vinculación universidad-empresa. El primer tema se relaciona con los procesos de aprendizaje tecnológico, mientras que el segundo se refiere a la existencia o no de un medioambiente propicio que estimule las relaciones entre los agentes (Sistema Nacional de Innovación o SNI). El trabajo estudia el desarrollo de capacidades tecnológicas en una empresa y el impacto que la vinculación universidad-empresa tiene en dicho proceso.

Este capítulo tiene por objetivo la construcción del marco teórico, para lo cual se ha dividido de la siguiente forma. En primer lugar, se revisa el tema del aprendizaje tecnológico, fundamental para la generación de capacidades tecnológicas que pueden desembocar en capacidades innovativas. Todo lo anterior se ve afectado de forma positiva por la creación de vínculos entre la universidad y empresa, que sucede dentro del marco del Sistema Nacional de Innovación. La revisión de la literatura constituye la base para la construcción del marco teórico, el cual centra el análisis en cómo las empresas aprenden en términos tecnológicos. Dicho aprendizaje es un insumo para la generación de capacidades tecnológicas, todo lo anterior bajo un enfoque de SNI, destacando la vinculación entre empresas y universidades.

Para entender el concepto de capacidades tecnológicas, es necesario entender que es el proceso de aprendizaje tecnológico bajo una *economía basada en conocimiento*.

Las economías basadas en conocimiento buscan generar y acumular dicho recurso (Nonaka, 1991) por medio de fuentes de datos e información que estén a su disposición, combinando esto con actividades que contribuyan al aprendizaje, en específico al aprendizaje tecnológico (el cual se refiere al proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas) y a la creación y aplicación de conocimiento científico-tecnológico (que puede desembocar en innovaciones), lo que permite a las empresas mejorar su desempeño innovativo y su posición competitiva en el mercado (Teece & G. , 1994).

Cada empresa tiene diferentes ritmos y rumbos de aprendizaje y de construir el conocimiento, además de tener características que las hacen únicas (como la estructura organizacional, el tamaño de la empresa, la edad de la empresa, el giro, el país en el que está localizada, etc.); por ende cada empresa mantiene capacidades tecnológicas diferentes. Algunas de estas empresas avanzan más que otras en términos tecnológicos, pero al estar concentradas dentro de un mismo sistema se ven afectadas unas a otras.

Las empresas no son las únicas que participan en este sistema, también se encuentran instituciones públicas, gubernamentales y académicas que afectan la cantidad, calidad y flujo de conocimiento. Al conjunto de agentes (con sus respectivas interrelaciones) que intervienen en la producción, difusión y uso de conocimiento económicamente útil se le conoce como Sistema Nacional de Innovación (SNI) (Lundvall, B.A, 1992). Con base en lo anterior, se hace uso de un enfoque que argumenta que la innovación depende de la interacción entre los agentes, es decir, el SNI engloba todos los componentes y aspectos de la estructura económica y el entorno institucional que afectan tanto al aprendizaje como a la búsqueda y exploración (Lundvall, B.A, 1992).

2.1 Aprendizaje tecnológico (AT) en la empresa

En esta sección se analiza el concepto de aprendizaje tecnológico desde la visión empresarial. El aprendizaje es un proceso que se define como la adquisición y apropiación de conocimiento y esto se da de forma dinámica, acumulativa y sistémica. Las empresas que canalizan sus esfuerzos hacia este proceso, es decir, que racionalizan el aprendizaje como un propósito directo y no solo como un subproducto, pueden acelerarlo (Arrow, 1962), pues al ser un proceso que envuelve repetición y experimentación, hace posible realizar la tarea mejor y más rápidamente, e identificar nuevas oportunidades de producción. El aprendizaje se concreta en la adquisición de conocimiento (Dutrénit & O. Vera-Cruz, 2006), se da en las organizaciones y ha sido estudiado por diversos autores, se destaca la propuesta de Dodgson¹(1993, p. 415), quien describe al aprendizaje organizacional como *la manera en la cual las empresas construyen, nutren y organizan el conocimiento y las rutinas alrededor de sus actividades y al interior de sus culturas y, adaptan y desarrollan la eficiencia organizacional mejorando el uso de las grandes habilidades de sus grupos de trabajo.*

¹ Dodgson, M., "Organizational Learning: A Review of some Literatures", Organizational Studies, vol.14, núm. 3, 1993.

El aprendizaje por tanto, es una variedad de procesos por los cuales las organizaciones (a través de los individuos) adquieren conocimientos y habilidades técnicas (Bell M., 1984).

El aprendizaje por tanto, es un soporte básico para mejorar el desempeño de las empresas, es el proceso que conlleva la apropiación del conocimiento existente mediante la repetición.

Diversos autores han contribuido al tema, uno de los primeros en realizar estudios acerca de la actividad innovativa es Schumpeter que, en 1912 publicó su trabajo titulado "*la teoría del desenvolvimiento económico*" donde introduce por primera vez el concepto de actividad innovativa (Schumpeter, 1912). Después de él otros autores (Como Rosenberg, 1976; Nelson, 1993; Freeman, 1987 & Lundvall, 1992) realizaron estudios sobre el tema.

Uno de los precursores en introducir el concepto de aprendizaje tecnológico fue Jorge Katz² que lo define como "el proceso mediante el cual las empresas van combinando las formas de saber hacer, con el propósito de construir una memoria tecnológica".

A partir de la contribución de Katz se le involucraron diversos autores como Martín Bell (1984)³ define al AT como el aumento de la capacidad que tiene una empresa para gestionar tecnología y poner en práctica el cambio técnico.

Para Bell y Pavitt (1993) el aprendizaje tecnológico se refiere a cualquier proceso por el cual se incrementan o fortalecen los recursos para generar y administrar el cambio técnico. Uno de los estudios más recientes realizado por Mercado (2004) describe al AT como el conjunto de experiencias tecno-productivas que se van acumulando en las empresas durante su existencia y la constitución de su acervo de conocimientos en la materia. Otros autores argumentan que la construcción de estas habilidades se ve influida por el proceso de AT (Kim, 2005; Figueiredo, 2003), que contempla la adquisición o el desarrollo de conocimiento en las empresas, así como su extensión al ámbito de aplicación de la organización al individuo, lo que permite la construcción y la acumulación de las habilidades necesarias para desarrollar innovaciones.

² Jorge Katz. *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*. Distrito Federal, México, Fondo de Cultura Económica (FCE), 1976.

³ Martin Bell, "*Learning and the accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries*", 1984.

El AT es uno de los tantos mecanismos que existen para generar desarrollo tecnológico.

El AT genera trayectorias específicas, por ende es acumulativo. A su vez, es compartido por todos los agentes involucrados en actividades innovadoras; es un proceso social, acumulativo y reflexivo relacionado con el desarrollo de actividades que apoyan la creación y acumulación de las capacidades de innovación en las empresas. Estas actividades permiten la interacción de los actores sociales y los enfrentan a situaciones en las que a través del uso del conocimiento y experiencias pasadas son capaces de generar nuevo conocimiento (Martínez , García, & Santos Gabriel, 2012).

2.1 Transferencia Tecnológica (TT)

Un concepto relacionado con el aprendizaje tecnológico es el de la Transferencia Tecnológica (TT), se puede entender por TT a la adopción y uso de una técnica o conocimiento por parte de una empresa pero que ha sido desarrollada por otra. La TT tiene estrecha relación con la asistencia técnica (o asesoría especializada) por parte de expertos hacia los productores, ejecución y evaluación de los procesos productivos derivados de la adopción de tecnologías, entre otras cosas. De acuerdo con Norman Abramson (1997) la TT es el movimiento de tecnología y saber-hacer (know-how) relativo a la tecnología entre socios (individuos, entidades y empresas) con el objetivo de mejorar como mínimo el conocimiento y habilidad de uno de los socios, así como fortalecer la posición competitiva de cada uno de los socios. Se busca llevar a cabo un proceso de transmisión científica y tecnológica para desarrollar nuevas aplicaciones, por lo que resulta un punto clave para la innovación. La TT implica adquirir, ceder, licenciar, acceder o posicionar conocimiento innovador de un suministrador o generador a un usuario o cliente.

La integración de nuevos sistemas tecnológicos requiere del dominio de las tecnologías previas, lo que permite a los agentes económicos construir competencias de una manera acumulativa (Pavitt, 1988; Bell y Pavitt, 1997).

Las fuentes de transferencia u orígenes de la tecnología transferida son de muy diverso tipo tales como universidades, centros de investigación, laboratorios, centros tecnológicos, otras empresas (González Sabater , 2009).

Por su parte, González Pérez, 2001 argumenta que las IES y los Centros de Investigación son una respuesta explicativa al fenómeno del conocimiento y la

productividad. El flujo de información que circula entre ellas da como resultado la transferencia de conocimiento y la construcción de CT.

2.2 Tipos de aprendizaje tecnológico

El aprendizaje es concebido de diferentes formas. Uno de los primeros en trabajar este tema fue Arrow (1962), donde argumenta que el aprendizaje surge por medio de la experiencia y la repetición asociada a los procesos de producción, conocido como el “*learning by doing*”. Este depende en gran medida de la capacidad y las habilidades de los individuos, de la experiencia y conocimiento acumulado tanto de los sujetos como de la institución.

Rosenberg (1976) analizó la adquisición de knowledge por el uso de las tecnologías conocido como el “*learning by using*”. Este tipo de aprendizaje se da en la relación trabajador-máquina que genera habilidades y experiencias progresivas y acumuladas.

En 1987, Stiglitz abordó el aprendizaje desde una perspectiva nueva, en donde, argumentó que es necesario aprender a aprender (“*learning by learning*”) apropiándose de nuevas formas de hacer las cosas más eficientemente.

Lundvall (1988) generó el concepto de “*learning by interacting*” el cual es un tipo de aprendizaje que se da por mecanismos de retroalimentación entre los individuos. Esta forma de aprendizaje según el autor, es la combinación de “*learning by doing*” y “*learning by using*”. Malerba (1992) recopiló los tipos de aprendizaje creadas por los autores anteriores y añaden algunos más, a continuación se detalla la taxonomía referida.

Tabla 1. Tipos de aprendizaje tecnológico.

Tipos de aprendizaje	Recursos	Relacionada con:
Aprender haciendo	Interno	Actividad de producción
Aprender usando	Interno	El uso de los productos, maquinaria e insumos
Aprender de los avances de la ciencia y la tecnología.	Externo	Absorción de nuevos desarrollos en Ciencia y Tecnología
Aprender de los efectos secundarios entre las industrias.	Externo	Lo que los competidores y otras empresas en la industria están haciendo
Aprender mediante la interacción.	Externo	Interacción con fuentes ascendentes o descendientes de conocimiento
Aprender mediante la investigación.	Interno	Actividades formalizadas (I + D) orientada a la generación de nuevos conocimientos

Fuente: (Malerba F. , 1992).

Cada tipo de aprendizaje tiene diferentes implicaciones para las empresas, éstas, determinan y modifican las direcciones del cambio técnico que se ve reflejado en las mejoras de rendimiento para un proceso de producción, las modificaciones en los insumos utilizados, las modificaciones tanto en la escala como en la organización del proceso de producción y en la diferenciación horizontal o vertical. Como se puede observar en la tabla 1, a cada tipo de aprendizaje le corresponde diferente fuente de conocimiento, tema que se estudiara más adelante.

2.3 Las capacidades tecnológicas.

Diversos trabajos reconocen la importancia que tienen las capacidades tecnológicas (y su acumulación) para aumentar la competitividad de las empresas así como de mejorar su desempeño (entre ellos destacan: Westphal et al. (1985), Katz (1985), Abramovitz (1986), Nelson (1987), Dosi (1988), Lundvall 1992, Lall (1987, 1997), Bell & Pavitt (1995), Edquist (1997), Dutrénit (2005), Torres (2006), Dutrénit & Vera-Cruz (2006), Lugones, & Clech (2007)).

Este tema ha tenido impulso desde la década de los 60's, su importancia descansa en la preocupación por aumentar la efectividad en la transferencia de tecnología de los países desarrollados a los países emergentes, se necesitan una serie de capacidades que ayuden no solo a saber manejar las tecnologías extranjeras también contribuye a

adaptarlas a condiciones locales y a partir de ahí poder mejorar y difundir las mejores prácticas.

Westphal et al. (1985) definen la capacidad tecnológica como: “la habilidad para hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico”.

Lall (1992) define a las capacidades tecnológicas como la habilidad de hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. También permite crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta al ambiente económico cambiante. El uso eficiente del conocimiento tecnológico no está relacionado al conocimiento que posee, sino al empleo del mismo y al aprovechamiento de su uso en la producción, la inversión y la innovación (Westphal et al. 1985). Las capacidades tecnológicas son aquellas que corresponden a una determinada práctica vinculada con la creación, la adopción, el uso y la difusión de la tecnología, entre otros. Ellas son un caso particular de las capacidades en general, y son la base sobre la que se construyen las competencias tecnológicas. Al ser análogas a la noción de *capacidad*, cumplen con la estructura lógica de los conceptos mentales disponibles. Representan las tendencias que una persona o comunidad que es capaz de ser y hacer en función de experiencias, habilidades, destrezas, creatividad, talento, utilizando unos ciertos recursos para obtener los productos tecnológicos (Carvajal, 2010). Las capacidades representan el conocimiento específico de la empresa, adquiridas a través de habilidades y experiencia individuales acumuladas a través del tiempo (Morrison, Pietrobelli, & Rabellotti, 2008).

Bell & Pavitt (1995) conciben a las capacidades tecnológicas 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...”

En concordancia con lo anterior, Carvajal (2010) argumenta que las CT no se logran externamente, implican un proceso interno, no basta con adquirir información y comprar tecnología, se han de hacer cosas para poder obtener la capacidad. Esto implica procesos de aprendizaje no solo formal sino, y sobre todo, de aprender haciendo (*saber cómo*). Las empresas generan y acumulan conocimientos que apoyan a generar nuevas actividades y habilidades, esto es la base para la construcción de capacidades

tecnológicas, por lo tanto. Dichas capacidades mantienen una lógica gradual, acumulativa y deliberada describiendo una trayectoria. En este sentido, cada empresa identifica el alcance de su propia especialización eficiente en las actividades tecnológicas para poder ampliar y profundizar su esfuerzo (y por ende su experiencia) en dichas actividades, así, con el paso del tiempo, las empresas podrán complementar sus propias capacidades (Lall S., 1993).

Por otro lado, muchos autores convergen en que la generación y acumulación de estas capacidades es el resultado del aprendizaje tecnológico y la acumulación de conocimiento tecnológico (Torres, 2006; Dutrénit & O. Vera-Cruz, 2006 & Pérez, 2000). Tal que el aprendizaje tecnológico puede referirse como el proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas (Dutrénit, 2005). Las capacidades tecnológicas ayudan a las empresas a innovar, estas dependen de factores *internos* (como la estructura de la empresa, el nivel de intensidad tecnológica, giro, cultura, etc.) y *externos* (instituciones gubernamentales y legales, dotación de recursos, etc.). Dado lo anterior, existen diferentes tipos de capacidades tecnológicas que a continuación se estudiara.

2.3.1 Tipos de capacidades tecnológicas

Hay diferentes tipos de tecnología y por ende también hay diferentes tipos de capacidades, de las cuales se destaca las capacidades para crear nuevo conocimiento, la capacidad para transformarlo en nuevas formas de aplicación general en formas cada vez más específicos y concreto y la capacidad para el uso de conocimiento en forma de sistemas operativos específicos (Bell, 2007).

M. Bell y K. Pavitt (1995) distinguen dos tipos de capacidades:

1. Las rutinarias de producción

Se refieren a acciones relacionadas con la producción, por ejemplo a la calidad o la optimización del proceso, el uso de máquinas, etc.

2. Las de innovación.

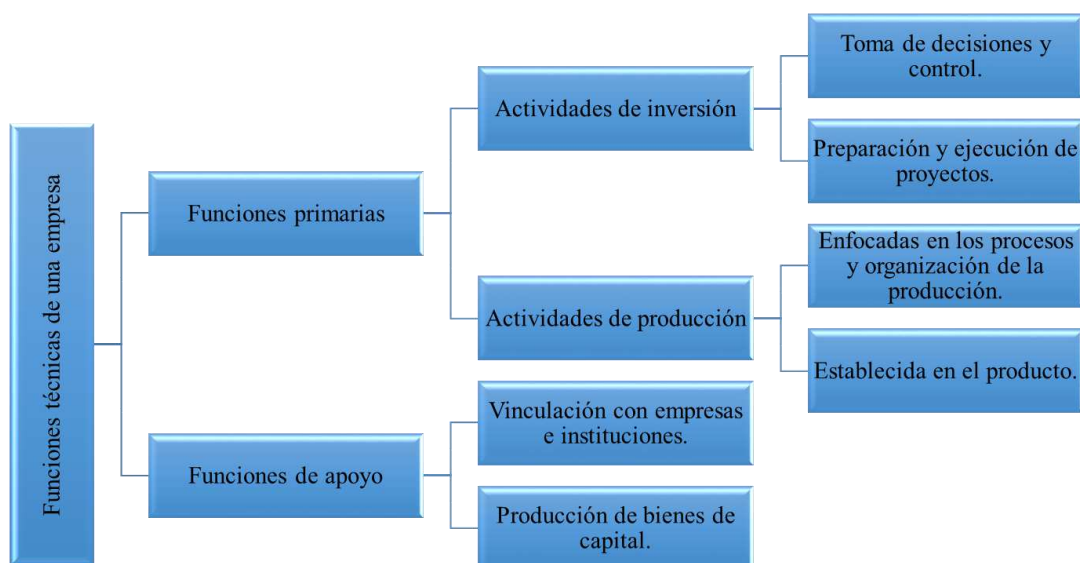
Se refieren con el proceso de creación tecnológica, significa la habilidad para adaptar tecnologías externas o para la creación de nuevos productos, procesos y servicios o la mejora de tecnologías (Bell M. , 1984).

2.3.2 Taxonomía de las capacidades tecnológicas.

Lall (1987) generó una primera clasificación de las capacidades tecnológicas relacionadas a empresas del sector manufacturero. En 1992 ordenó en grupos a las capacidades tecnológicas basado en las funciones técnicas más importantes de la empresa, estableciendo que estas pueden asumir tres niveles: básico (son simples y rutinarias, basadas en la experiencia), intermedio (se ordenan por duplicación y adaptación, basadas en exploración y rastreo) y avanzado (son riesgosas e innovativas, basadas en procesos de investigación), lo cual presenta diferentes grados de madurez de dichas capacidades. La lógica de Lall es que las empresas deben ser estudiadas por el proceso de cambio tecnológico (y no solamente como una función de producción). Este autor sostiene que de las funciones técnicas se desarrollan las capacidades tecnológicas. Bell y Pavitt (1995) retomando el trabajo del autor anterior generaron un marco analítico y una nueva taxonomía sobre dichas capacidades que generalmente es usado para establecer el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas alcanzado en las distintas funciones técnicas. Las capacidades tecnológicas incorporan los factores adicionales necesarios para generar y manejar el cambio técnico incluyendo habilidades, conocimientos, experiencia, estructura institucional y enlaces. Bell y Pavitt (1992) argumentaron que 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 funciones *primarias* contemplan actividades de inversión (que contempla la toma de decisiones y control y la preparación y ejecución de grandes proyectos) y actividades de producción (son las funciones enfocadas en los procesos y organización de la producción y las establecidas en el producto).

Las funciones primarias contemplan la generación del cambio técnico y la forma en que se administra su implementación durante proyectos de inversión relativamente largos, para crear nuevos sistemas de producción. Por otro lado, las funciones de *apoyo* contemplan el desarrollo de vínculos con empresas e instituciones y funciones de producción de bienes de capital, dichas funciones pueden contribuir en la trayectoria de capacidades. Los niveles de capacidades tecnológicas se definen por el grado de dificultad de las actividades. Estas van desde los niveles más básicos de las capacidades de producción rutinaria, hasta tres niveles (básico, intermedio y avanzado) de profundidad de las capacidades de innovación (Esquema 1) (Torres A. , 2006).

Esquema 1. Funciones técnicas de una empresa.



Fuente: Elaboración propia a partir de (Dutrénit, O. Vera-Cruz, & Arias, 2003) basados en (Pavitt, 1995).

En el trabajo de Dutrénit et al. (2003)⁴ se analizó la taxonomía propuesta por Bell y Pavitt (1995) en términos de su consistencia como marco analítico para abordar estudios de acumulación de capacidades tecnológicas a nivel de empresa. Estos autores crearon una matriz donde distinguen dos tipos de capacidades tecnológicas: las capacidades de producción rutinaria y capacidades tecnológicas innovativas (las cuales se dividen en básicas, intermedias y avanzadas). Dicha matriz se presenta a continuación.

⁴ Dutrénit, O. Vera-Cruz, & Arias, 2003, "Diferencias en el Perfil de Acumulación de Capacidades Tecnológicas en tres Empresas Mexicanas", El Trimestre Económico. Vol. LXX (1), México.

Esquema 2. Capacidades tecnológicas, enfoque teórico.

Niveles de Capacidades tecnológicas	Funciones Técnicas Primarias				Función
	Inversión		Producción		
	Toma de decisiones de control	Preparación y ejecución de proyectos	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculadas
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente					
Capacidades operativas básicas	Estimación de inversiones	Planeación del protocolo. Preparación del protocolo. Acondicionamiento del terreno. Construcción de la obra civil básica.	Operación rutinaria y mantenimiento básico de instalaciones. Mejora de la eficiencia a partir de la experiencia en tareas existentes.	Replica de especificaciones y diseños fijos. Control de calidad rutinario para mantener los estándares y las especificaciones existentes.	Búsqueda de proveedores. Venta de productos existentes. Nuevo desarrollo.
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico					
Capacidades innovativas básicas	Monitoreo activo y control de: Estudios de factibilidad. Selección de tecnología/proveedores. Programación de actividades.	Estudios de factibilidad. Búsqueda de equipo estándar. Ingeniería básica.	Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas y eliminación de fallas. Mejoras del layout, programación y mantenimiento. Adaptaciones menores.	Adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto.	Búsqueda de información. Proveedores. Instituciones.
Capacidades innovativas intermedias	Búsqueda, evaluación y selección de tecnología/proveedores. Negociación con proveedores. Administración del proyecto completo.	Ingeniería de detalle. Adquisición de equipo. Estudios del medio ambiente. Admón. y seguimiento de proyectos. Designación del grupo de trabajo. Capacitación y reclutamiento. Puesta en marcha.	Mejora del proceso y estiramiento de capacidades de producción (stretching). Licenciamiento de nueva tecnología. Introducción de cambios organizacionales.	Licenciamiento de nueva tecnología de producto y/o ingeniería de reversa. Diseño incremental de nuevos productos.	Transferencia de tecnología. Proveedores. Para eficiencia. Abastecimiento.
Capacidades innovativas avanzadas	Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes.	Diseño de procesos y desarrollo de la I&D relacionada.	Innovación de proceso e I&D relacionada. Innovaciones radicales en la organización.	Innovación de producto y desarrollo de la I&D relacionada.	Colaboración con cliente.

Fuente: (Dutrénit, Vera-Cruz, & Arias, 2003), Basados en (Bell & Pavitt, The Development of Technology)

Tanto las funciones primarias como las de apoyo están colocadas en la columna de la matriz. Por otro lado, los tipos y niveles de capacidades tecnológicas acumuladas están ubicados en las filas.

Los niveles de capacidades tecnológicas están en función de la contribución que tenga el cambio técnico en la empresa.

Gracias a la matriz anterior se puede definir el perfil de acumulación de CT de una empresa determinada en un tiempo determinado.

Lo anterior mantiene la idea implícita que la evaluación de las CT no hace distinción entre los insumos y resultados. En este sentido, Iammarino, Padilla-Pérez, & Von Tunzelmann, (2007) afirmaron que es más apropiado evaluar a las capacidades en términos de procesos y productos.

Un aspecto importante a señalar es que dichas capacidades tecnológicas mantienen aspectos estrictamente técnicos, dejando al margen las capacidades organizacionales, en otras palabras la interacción con la dinámica organizacional no se estudia (Torres A. , 2006).

Cabe mencionar que, una manera para generar y/o desarrollar capacidades (que pueden ser operativas básicas, capacidades tecnológicas básicas, intermedias y avanzadas y/o capacidades de innovación y absorción según las condiciones iniciales en las que se encuentre la empresa) es por medio de la vinculación Universidad-Empresa (VUE) (Guadarrama, 2006).

2.4 El SNI

Una de las fuentes más utilizadas en la actualidad por parte de las empresas para aumentar la eficiencia es el conocimiento, que desemboca en innovaciones, a su vez, éstas implican la generación y difusión del mismo aplicado a productos y procesos, a métodos de producción y a formas de organización.

En este contexto, la innovación es el *proceso de transformación e invención en algo que es comercialmente útil y valioso* (Miller & Morris , 1999). Una de las definiciones más populares en el campo académico es la que elaboró Schumpeter, el cual afirma que *la innovación consiste no solo en nuevos productos y procesos, sino también en nuevas formas de organización, nuevos mercados y nuevas fuentes de materias primas* (Berry & Taggart, 1994).

La innovación implica procesos de aprendizajes generados de forma social⁵ e interactiva⁶, estos procesos ayudan, a que los actores mejoren sus capacidades, la innovación no es lineal, es sistémica⁷, de carácter acumulativa⁸, por lo cual la estructura institucional afectará a los procesos de innovación.

Smits y Kuhimann (2004) proponen que si la innovación es concebida como un proceso social y sistémico, entonces deben desarrollar instrumentos sistémicos que cubran con las siguientes funciones:

- Administrar interfaces.
- Destruir y organizar los SI.
- Proveer una plataforma de aprendizaje y experimentación.
- Proporcionar una infraestructura para la inteligencia estratégica.
- Estimular la articulación de la demanda, la estrategia y la visión de desarrollo.

En este sentido, la innovación requiere de una serie de elementos para que se genere (de los cuales interviene el aprendizaje tecnológico que genera capacidades tecnológicas), las relaciones que existen entre los diferentes actores que intervienen en las actividades innovativas, los aspectos gubernamentales y legales, entre otros. Edquist y Björn (1997) afirmaron que las innovaciones son consideradas principalmente como resultado de los procesos de aprendizaje interactivos, está vinculada con complejos mecanismos de retroalimentación y contempla interacciones entre la ciencia, la tecnología, el aprendizaje, las instituciones, las organizaciones, el Estado y los diseños de la política⁹. En este caso, Lundvall (2002) opina que el conocimiento es una condición necesaria para la generación de innovaciones. Para la OCDE (2006) la razón por la cual la innovación es producto de la producción de conocimientos, es que la innovación se convierte en algo nuevo en el mercado mediante la suma del background con el conocimiento nuevo.

⁵ Es social porque no se concibe a la innovación como una tarea individual, es necesario la interacción.

⁶ Las innovaciones tecnológicas están consideradas como la introducción en la economía de nuevos conocimientos o nuevas combinaciones del conocimiento existente.

⁷ Dada la interdependencia de los elementos del sistema.

⁸ Las innovaciones tienen carácter acumulativo en forma de vías de innovación (Sahal , 1985) o trayectorias tecnológicas (Dosi G. , 1982).

⁹ Edquist, (2000): *National Systems of Innovation, Growth and Employment*, Pinter, London and Washington.

Por su parte, Kim¹⁰(1997) hace hincapié en que "el aprendizaje tecnológico exitoso... requiere de un efectivo *sistema nacional de innovación*", es decir, el aprendizaje tecnológico 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.

El desarrollo de las capacidades tecnológicas es el resultado de inversiones realizadas por las empresas en respuesta a estímulos externos e internos, y en interacción con otros agentes económicos tanto privados como públicos, locales y extranjeros (Lall, 1992), es decir, la capacidad tecnológica nacional es... más que la suma de las capacidades de las empresas individuales en un país. Por su parte Lundvall (1992) entiende que las capacidades tecnológicas de una nación están compuestas por una variedad de recursos de conocimiento y de innovación. Los procesos de aprendizaje están conectados con diferentes elementos sociales, institucionales, legales, etc. En este sentido, la interacción entre los múltiples agentes que participan en las actividades innovadoras de un país puede facilitar u obstaculizar dicha acción, por ello la importancia del SNI.

Dicho enfoque ha crecido fuertemente desde la década de los 80's, actores como Freeman (1987), Lundvall (1992), Nelson y Rosenberg (1993), entre otros, han contribuido significativamente en el tema. El precursor del tema fue List (1841) en su publicación *The National System of Political Economy*, donde genera el concepto de Sistema Nacional de Producción y Aprendizaje que tomaba en cuenta un gran conjunto de instituciones nacionales, incluyendo aquellas ocupadas en educación y capacitación así como infraestructuras como las redes de transporte de personas y mercancías (Lundvall B. B., 2002).

Lundvall (1985) genero por primera vez una definición del SNI. Posteriormente Freeman (1987) reinventa el concepto el cual lo concibe como *un conjunto de agentes, instituciones y prácticas sociales vinculadas a la actividad innovadora en el interior de las naciones*.

¹⁰ 1992. (1997). *From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.

Lundvall (1992) lo describió como "... los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de las nuevas, y el conocimiento económicamente útil..." estas están delimitadas por fronteras geográficas.

Cuando se utiliza el término "sistema" se refieren a la red de vínculos de cooperación entre usuarios y productores que pasa por la búsqueda conjunta del aprendizaje mutuo y culmina en avances tecnológicos determinados y en la creciente capacidad de todo el conjunto para identificar posibilidades de innovación y realizarlas (Perez , 1996).

Según Casas (2003) las redes de conocimiento se refieren a las relaciones que existen entre diferentes actores que intervienen en el proceso de generación e intercambio de conocimiento.

Por otro lado, al utilizar el término "nacional" se hace referencia a un país anclado a un espacio geográfico, económico y social específico.

Corona (1995) por su parte, define al SNI como *el conjunto de agentes económicos y sociales vinculados a la actividad innovativa y las interacciones que se establecen entre ellos, los flujos de información cualitativa que intercambian a través de canales que los conectan; su estructura de funciones y las rutinas y hábitos sociales que los caracterizan.*

Por su parte Carlota Pérez (1996) define en un sentido amplio al Sistema Nacional de Innovación la cual lo entiende como *todo aquello que afecta la capacidad innovativa, la actitud innovativa y las posibilidades de innovar en un espacio nacional.*

Se trata de un sistema de innovación, que incluye las externalidades y la sinergia que genera el proceso de aprendizaje, formas de hacer negocios, y los conocimientos y habilidades que residen en instituciones relacionadas (Lall S., 2000).

2.5 El papel de la empresa y las universidades en los SNI

Como se vio en la sección 2.3, el SNI está conformado por múltiples agentes, de los cuales sobresalen las empresas, los IES y los CPI, la innovación se ve afectada por la calidad de relaciones que tengan dichos actores.

En términos generales, la configuración de las innovaciones que se generan en un determinado país/estado está dada por:

- ❖ Las interacciones y/o vinculaciones entre agentes, dichos agentes son; empresas, IES, CPI, instituciones gubernamentales, agencias de vinculación o instituciones intermedias, y el sector financiero.
- ❖ La retroalimentación que se da entre dichos agentes y
- ❖ El impulso al aprendizaje tecnológico (que desenfoca en capacidades tecnológicas y, posteriormente, en capacidades de innovación).

Existen tres grupos de factores que afectan la tasa y dirección de la innovación tecnológica en un país: las instituciones nacionales (empresas, universidades, instituciones financieras, entre otras), sus competencias de producción e investigación y los incentivos y presiones en el mercado nacional a los cuales las empresas deben responder (Tidd et al., 1997; citado por Cevilla, 2001).

En este sentido, el estudio los elementos anteriores bajo un enfoque de Sistemas Nacionales de Innovación de forma holística (el método holístico se define por un conjunto de actos y consecuencias que, a pesar de ser desconocidos, persiguen un fin común y se encuentran orgánicamente relacionados) puede facilitar la tarea para entender el cómo se genera la innovación, por ese motivo autores como Bell y Pavitt (1995), Kim (1997) y Dutrénit et al., (2003), entre otros, han llevado a cabo estudios empíricos bajo este enfoque.

Reconocer los procesos por medio de los cuales los actores interactúan para lograr la generación de conocimientos y/o innovación (Edquist, The Internet and Mobile Telecommunications System of Innovation, 2003) es una de las herramientas utilizadas para entender los procesos de innovación que se dan en determinada zona geográfica. Cabe mencionar que el SNI depende de aspectos históricos (path dependence) e idiosincráticos (características distintivas de las personas, naciones o cosas).

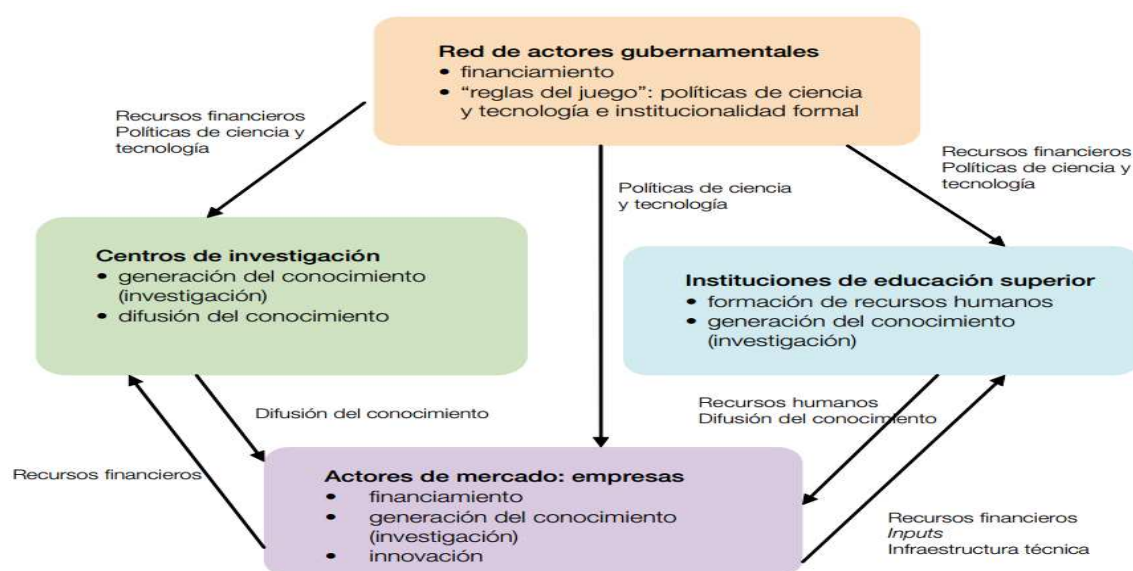
Estudiar la relación entre el sector productivo y la universidad es primordial para comprender como funciona el SNI en cualquier país.

El esquema 3 detalla los principales agentes dentro del SNI así como sus funciones principales. Como se puede observar los actores de mercado mantienen una relación, es decir, tanto las empresas como los CPI y los IES tienen una función compartida; generar conocimiento (sin embargo, el primero ofrece el financiamiento y en conjunto

con la generación de conocimiento aplicado se busca la innovación). Por su parte, los CPI difunden el conocimiento científico y tecnológico para apoyar las actividades innovativas. Por último, los IES forman recursos humanos para las CI y CT.

Cabe mencionar que el SNI también contempla al gobierno como actor relevante, sin embargo, para efectos de este trabajo no se considera importante.

Esquema 3. Sistema Nacional de Innovación, componentes y relaciones.



Fuente: (CEPAL, 2011).

Por otro lado, las IES, los CPI y empresas apoyan e integran al SNI, los cuales se estudiarán a continuación.

2.5.1 El rol de la empresa

Un gran actor creador de la innovación son las empresas, el giro de la esta, el tamaño, el tipo de conocimiento que usan y la heterogeneidad entre las mismas dadas sus trayectorias tecnológicas puede motivar o desincentivar a que las empresas se esfuercen en la I&D.

En consecuencia, el uso de una u otra fuente tecnológica, así como la combinación que utilizan las industrias depende del comportamiento tecnológico, es decir, las industrias dinámicamente tecnológicas realizarán un mayor esfuerzo interno, en tanto que las industrias de bajo dinamismo recurrirán en mayor grado a fuentes externas (Kato Vidal, 2003).

Por otro lado, las empresas no solo se ven afectadas por lo anterior para generar conocimiento, el proceso de aprendizaje permite a las empresas promover actividades innovativas que contribuyan al logro de objetivos. El proceso de aprendizaje (know how), se va afectando por los procesos y formas de organización y las fuentes de conocimiento. A su vez, las empresas se allegan de diferentes fuentes, entre ellos destaca las IES y los CPI, estos actores se estudiarán más adelante.

2.5.1.1 Fuentes de conocimiento

De acuerdo con la economía evolutiva, las empresas son diferentes entre sí. Sin embargo, las fuentes de conocimiento de todas las empresas son las mismas: *internas* y *externas* (Malerba F. , 1992). Ambas fuentes son muy importantes y por ende aprendizaje que no son conceptos separados.

La primera fuente de conocimiento es un esfuerzo directo de cada empresa hace, la segunda depende fundamentalmente de diferentes factores que la empresa no puede controlar ni intervenir entre ellos están los Institutos de Educación Superior (IES) y los Centros Públicos de Investigación (CPI). En este caso, las empresas están incrustadas dentro de un sistema donde es un componente más, la fuente de conocimiento externo depende de muchos elementos, entre ellos se encuentran; la calidad, intensidad y cantidad de interacciones que tiene la empresa con los demás componentes, el estatus socioeconómico del país de origen, etc. Las empresas buscan la generación y acumulación de conocimiento; según Lundvall (1992) el elemento esencial en la economía moderna es el este y el proceso más importante es el aprendizaje. Según Villavicencio (2004) el aprendizaje tecnológico consta de cuatro momentos, por lo cual se le puede definir más como un conjunto de acciones continuas, el aprendizaje tecnológico es un proceso (path dependence) social, interactivo y multivariado (porque proviene de diferentes fuentes) y por el cual no solo se apropia del background, sino que genera más conocimiento y se entiende bajo un marco institucional específico.

2.5.2 El rol de las IES y los CPI

Las Instituciones de Educación Superior (IES) mantienen tres misiones inseparables e interconectadas que la obligan a vincularse de una forma estrecha con el entorno socioeconómico, las cuales se resumen en: docencia, investigación y la llamada “tercera misión” la cual contempla actividades relacionadas con la generación, uso, aplicación y explotación (fuera del ámbito académico) del conocimiento y de otras capacidades de las que disponen las universidades (Molas-Gallart, et al., 2002), lo cual coloca a las universidades en actores decisivos en los procesos de desarrollo económico y social. Las universidades según Lau (1996) son uno de los principales actores dentro del SNI, pues generan el capital humano necesario para el uso y absorción de la tecnología.

Tanto las universidades como otras instituciones de educación superior son factibles fuentes de conocimiento para las empresas, por medio de la formación de capital humano, patentes, transferencia de tecnología, entre otros, gracias a los vínculos formales e informales con las IES (Nelson, 1993). Las IES estarían formando los recursos humanos necesarios para las empresas, y los CPI se concentrarían más en la posibilidad de aplicar el conocimiento a proyectos concretos de innovación (Becerra Rodríguez, 2008). Por un lado, los IES que están formados por universidades, institutos tecnológicos, instituciones estatales educativas y escuelas normales (Vera-Cruz, Casas, De Fuentes, & Torres, 2013) son los tomadores de capacidades y habilidades del capital humano calificado, dicho capital es necesario en la empresa para innovar.

Según Pérez, Gaudin, & Rodríguez, 2012 la universidad se encarga de tres funciones principales en el sistema de innovación:

- 1) La formación de recursos humanos.
- 2) La generación de investigación científica básica y aplicada.
- 3) La extensión universitaria¹¹.

En torno al tercer punto (la extensión universitaria), la universidad está desarrollando nuevos roles que afectan su estructura. En este contexto, el modelo de la triple hélice reconoce que cada actor involucrado asume “nuevos roles”, por tanto, se están creando nuevas universidades en los espacios de interacción, a las cuales se les conoce como “universidad empresarial” (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997).

¹¹ Entendida como el compromiso que tiene la universidad con la comunidad y la generación de ingresos adicionales desde el ámbito del emprendimiento.

La UNESCO reconoce la importancia de ampliar la respuesta de la educación a las necesidades planteadas a través de redes, de la capacidad de adaptar tecnología a las necesidades nacionales e ir con la evolución del conocimiento, (por consiguiente, la participación de las IES/CPI en los procesos de la innovación ha resultado ser un elemento clave para el desarrollo de las mismas). La importancia de las IES en la economía del conocimiento se relaciona de forma directa con las concepciones sobre los Sistemas Nacionales de Innovación que dan cuenta de los agentes en los sistemas económicos y de las actividades prioritarias que se deben realizar en las estructuras nacionales (Solleiro & Castañón, 2005).

Por otro lado, los CPI desarrollan ciencia y tecnología, estos centros a menudo forman convenios de colaboración con las universidades y empresas para realizar proyectos que den soluciones a problemas y temas estratégicos del desarrollo del sector (Rivera Ríos & Quiroz Estrada, 2011).

2.6 La vinculación universidad-empresa

Se entiende por vinculación al proceso integral que articula las funciones sustantivas de docencia, investigación, extensión de la cultura y los servicios de las instituciones de educación superior (IES) para su interacción eficaz y eficiente con el entorno socioeconómico mediante el desarrollo de acciones y proyectos de beneficio mutuo, que contribuyan a su posicionamiento y reconocimiento social (Maldonado Meza & Gould Bei, 1994). Casalet & Casas (1997) conciben a la vinculación de la universidad-industria como *una relación de intercambio-cooperación entre las instituciones de educación superior o los centros e instituciones de investigación y el sector productivo*.

La vinculación no es un proceso aislado, se sitúa en distintos contextos y coyunturas que conllevan diversas acciones que la relacionan con otros conceptos como el desarrollo científico y la innovación tecnológica (Soto Vázquez et. al, 2007). Algunos autores como Westhead y Storey (1994) argumenta que existe una relación positiva entre el desarrollo de vínculos de las IES con el sector productivo y la generación de innovaciones, es decir, la generación de vínculos de las IES con el sector privado promueve la innovación y por consiguiente la producción en ambos actores. La vinculación universidad-empresa genera múltiples beneficios para ambos; por un lado el sector productivo desarrolla sus capacidades de innovación mediante el uso de fuentes confiables de conocimiento, mientras que la universidad mejora sus capacidades (amplitud, rango y calidad en la

educación) para cubrir con las necesidades de la demanda que el sector productivo y la sociedad requieren. Existe literatura que analiza la VUE desde la perspectiva de la universidad por un lado y por el otro desde la perspectiva de la empresa, para efectos del presente trabajo se abordara el tema desde la perspectiva de la empresa únicamente.

Para estudiar los actores del Sistema Nacional existen diferentes modelos, los cuales se analizan en la siguiente sección.

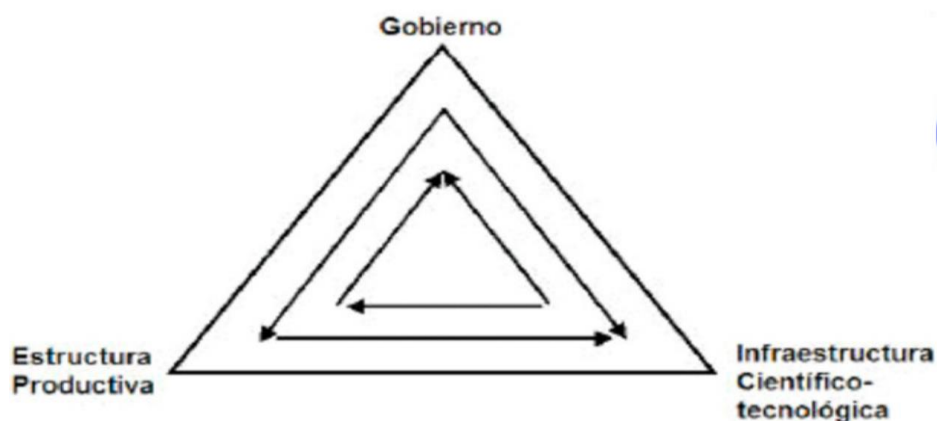
2.7 Modelos de vinculación.

El triángulo de Sábato - El modelo de la triple hélice

El primer modelo para estudiar a los actores del SNI fue propuesto por Jorge Sábato y Natalio Botana en 1968, los cuales reflexionaron sobre el papel de la ciencia y la tecnología el desarrollo de América Latina. El modelo del triángulo postula que para que exista en realidad un sistema científico - tecnológico, es necesario que el gobierno (como diseñador y ejecutor de la política) la infraestructura científico - tecnológica (como sector de oferta de tecnología) y el sector productivo (como demandante de tecnología) estén fuerte y permanentemente relacionados. Estas son las interrelaciones del triángulo de Sábato (Cofone, Filip, & Basilio Ag, 2005). Por otro lado, H. Etzkowitz en 1997 propone el modelo de la triple hélice donde observa el papel de los actores del sistema de innovación tecnológica. Este modelo propone observar las transformaciones relacionadas con vínculos estrechos que mostraban las instituciones en las economías basadas en el conocimiento.

La triple hélice expresa la relación universidad-industria-gobierno como una asociación entre iguales, relativamente independientes, de esferas institucionales que se traslapan y toman el papel de las otras (Etzkowitz H. , 2009), mientras que la concepción del Triángulo de Sábato observa a cada uno de los actores en un papel tradicional sin interrelaciones fuertes (Leydesdorff & Meyer, 2006).

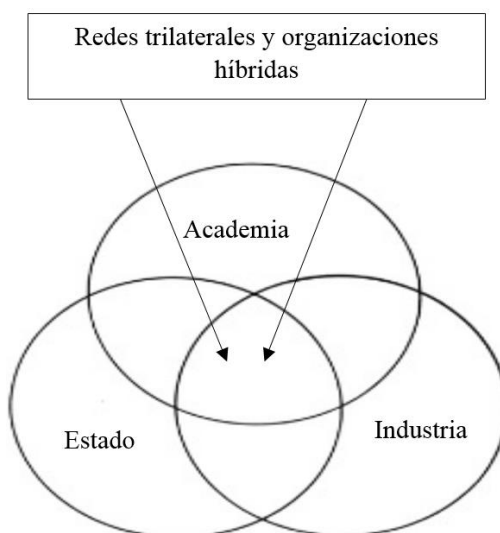
Esquema 4. Triangulo de Sábato.



Fuente: (Montoya Ríos & Aguilar Zambrano, 2013).

El modelo de la triple hélice ha ido modificándose con el paso del tiempo. En un primer momento representa un modelo en el cual el estado incorpora a la industria y la universidad, posteriormente el modelo le da mayor importancia al estado sobre las otras esferas institucionales o el de las esferas separadas entre sí. Se está orientando hacia un modelo en que se traslapan las esferas institucionales y la colaboración y cooperación entre ellas. En el último modelo convergen todas las esferas institucionales académicas, industriales y gubernamentales y cada una asume el papel de las otras (Etzkowitz H. , 2009).

Esquema 5. Modelo de triple hélice de la vinculación universidad-Industria-Estado.



Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Los actuales sistemas de innovación muestran que, además de los tres actores originalmente percibidos, están involucrados al menos otros siete tipos de actores: el sistema financiero, los intermediarios de tecnología, las asociaciones de industrias y de profesionales, la base legal (especialmente los aspectos de propiedad intelectual), las organizaciones no gubernamentales (ONGs), la opinión pública canalizada en los medios y las estructuras de cooperación internacional (Plonsky, 2000). De acuerdo con el modelo de la triple hélice, la vinculación entre dos agentes, como son la universidad y la empresa puede funcionar como un “par institucional” y presentar una coevolución de ambos agentes que los lleve a una estabilización de programas y proyectos tecnológicos a mediano y largo plazo (Soto Vázquez et. al, 2007).

2.8 Canales de la VUE

Bekkers & Bodas, 2008 argumentan que existe una gran variedad de canales a través de la cual el conocimiento y la tecnología se transfieren entre las universidades y la industria.

En este sentido, la CEPAL (2011) argumenta que los principales canales de la VUE son:

- Pasantías, formación de estudiantes en las empresas, contratación de graduados.
- Redes profesionales, intercambios de informaciones.
- Eventos, seminarios, conferencias, publicaciones y publicaciones conjuntas.
- Servicios de asesoría, asistencia técnica, consultorías y uso de equipos.
- Cooperación de investigación y desarrollo, contratos de investigación, intercambio de investigadores, redes formales de trabajo y parques científicos y tecnológicos.
- Patentes y oficinas de transferencia tecnológica (OTT).
- Spin-off, incubadoras y actores híbridos conformados por la empresa y la universidad.

A su vez, estos canales mantienen cierto grado de complejidad que está en función al tipo de interrelación que mantienen, es decir, cuanto más compleja es la forma de interrelación, más cerrados y fuertes son los vínculos (Esquema 6).

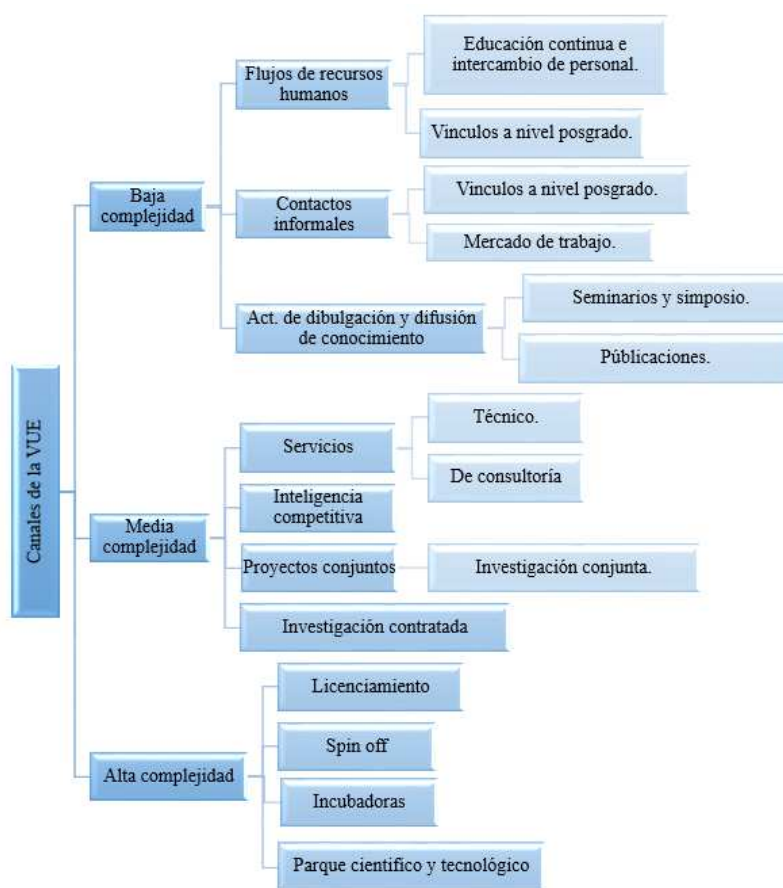
Esquema 6. Niveles de complejidad de los canales de vinculación entre la universidad y la empresa.



Fuente: (CEPAL, 2011).

En este sentido, los canales de la VUE se pueden clasificar en función de su complejidad y al tipo de vinculación que mantiene la empresa en función de su interrelación con la universidad. El canal de baja complejidad contempla a los flujos de recursos humanos, los contactos informales y las actividades de divulgación y difusión de conocimiento. El canal de media complejidad admite los diversos servicios, la inteligencia competitiva, proyectos conjuntos e investigación contratada (la de proyectos conjuntos e investigación contratada son los canales que utilizó Vitalmex-UAM-I). Por último, el canal de alta complejidad considera al licenciamiento, el spin off, a las incubadoras y parques científicos y tecnológicos (Esquema 7).

Esquema 7. Canales y Tipos de la VUE.



Fuente: Elaboración propia a partir de Solleiro R. José L. (1997) & CEPAL (2011).

Los canales de interrelación entre universidades y empresas pueden ser de tipo bottom up o top down (de abajo a arriba o de arriba a abajo). El primer tipo es más espontáneo y corresponde al caso en que actores que necesitan del conocimiento para solucionar problemas técnicos o desarrollar innovaciones se encuentran (por iniciativa propia) con actores que pueden proveer de conocimiento. El segundo o top-down (desde arriba hacia abajo) se caracterizan porque la vinculación se concreta a través de mecanismos institucionales formales y legales (programas y proyectos) que proponen iniciativas para el fortalecimiento de las relaciones entre la universidad y la empresa (CEPAL, 2011). En este trabajo el análisis empírico demuestra que Vitalmex utilizó el canal de tipo top-down.

2.9 Beneficios/ventajas de la VUE desde el lado de la empresa

Los beneficios que el sector productivo logre de su vinculación con la universidad están relacionados directamente con la calidad de la oferta universitaria y conocimiento científico y aplicado.

Dichos beneficios están condicionados a que:

1. La empresa cuente permanentemente con un staff de calidad técnica.
2. La universidad forme profesionales con altos niveles de excelencia, identificados con la realidad empresarial.
3. La oferta tecnológica de la universidad responda a la detección temprana de novedades científicas.
4. Los métodos de producción se basen en la obtención de productos cada vez más intensivos en conocimientos (Acuña, 1992).

Las tablas 2 y 3 muestran los beneficios que se generan gracias a la VUE para las IES/CPI y las empresas en términos de recursos humanos, de I&D y económicos.

Tabla 2. Beneficios de la VUE para las IES.

Recursos humanos
Disposición de un buen mecanismo de selección del personal, a través del contacto que mantiene con los jóvenes en formación.
Apoyo para poseer información sobre desarrollos en los que se trabaja a nivel mundial y/o de frontera. Puede influir en la formación de los jóvenes, de manera que desarrollen aquellos rasgos profesionales y formas de actuar más acordes con las características específicas de la empresa o de los puestos de trabajo a que los destinarán.
Incorporación de Recurso Humano al sector industrial.
Formación y capacitación de recursos humanos (servicio social, prácticas profesionales, tesis).
Los alumnos acceden a un aprendizaje enriquecido y complementario gracias a la interacción con las empresas.
Brinda a los estudiantes una serie de saberes relacionados con la socialización en el trabajo.
Orienta a los alumnos en relación a sus intereses y perspectivas de futuro.
Motivan a los alumnos y permite que se reduzca los niveles de deserción escolar.
Potencializa la formación profesional por medio de la inserción de los estudiantes al sector productivo.
Creación de nuevas carreras y/o campos de investigación.

I&D
Explotación con inmediatez de los resultados de las investigaciones científico- técnicas y las innovaciones tecnológicas.
Permite el incremento en la calidad de las IES en el realismo y relevancia de sus programas académicos.
Acelera el desarrollo de las estructuras de las IES y planes de estudios interdisciplinarios.
Los investigadores y estudiantes tienen acceso a los laboratorios de las empresas grandes.
Aumento de conocimientos profesionales y de competencia a través del trabajo que realizan en proyectos, lo que puede desencadenar la formación de investigadores y recursos humanos capacitados. Se promueve el esfuerzo intelectual y profesional por medio de reconocimiento a los académicos.
Generación de conocimiento gracias a las conferencias, seminarios, congresos, libros, equipo y material académico por trabajar en proyectos conjuntos.
Difusión de resultados de congresos.
Se promueven mecanismos de actualización permanentes.
Fortalece la docencia y la investigación.
Actualización de los planes de estudio.
Innovación en métodos de enseñanza-aprendizaje.
Investigadores tienen una fuente de retos intelectuales que puede desembocar nuevas ideas para futuros proyectos e investigaciones.
Difundir y aplicar de forma práctica los resultados de la investigación de base.
Nuevos proyectos, recursos humanos, tesis y publicaciones y descubrimientos científicos.
Promueve canales de intercambio.
Vinculación interinstitucional.
Mayor pertinencia social de la institución.
Económicos
Provee de ingresos adicionales a las IES.
Obtención de recursos de fondos.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Gould Bei, 1997, T.B. Pavón, et. al., 2007; Millenaar & Jacinto, 200; Alvarado-Borrego , 200; CEPAL, 2010, Torres & Becerra, 2010; Torres, A., Dutrénit, G., Sampedro, José L. y Becerra, N.(2011), y Pascale, 2013).

Tabla 3. Beneficios de la VUE para las empresas.

Beneficios para las empresas
Recursos humanos
Se estimula a los ejecutivos y empleados a pensar y actuar de forma creativa.
Capacitación de recursos humanos de la empresa.
Permiten valorizar y aportar a la formación de sus recursos humanos.
Contribuyen a la formación de sus futuros recursos humanos.
Las pasantías de alumnos permiten facilitar la selección de personal.
Se facilita la inserción laboral.
I&D
Se fomenta el trabajo efectivo al integrar los conocimientos, ideas, experiencia técnica e investigación del personal académico.
Innovación y desarrollo tecnológico.
Permite avizorar proyectos de innovación con las IES.
Ofrece a la empresa la posibilidad de conocer la realidad educativa en su contexto.
Mejora su imagen ante la comunidad a través de su papel social.
Ofrece oportunidades de aprendizaje.
Dar solución a problemas específicos.
Acceder a conocimientos técnicos y científicos a bajo costo y con relativamente poco riesgo.
La industria requiere de capacidades científico-tecnológicas que no posee.
Los conocimientos son requeridos para su aplicación práctica en la producción (nuevos procesos, prototipos, etcétera).
Llevar adelante una estrategia innovadora de largo plazo.
Permite hacer escalamientos tecnológicos para generar ventajas competitivas.
Los servicios o proyectos generarán recursos que se utilizarán en infraestructura que en el mediano plazo podría ser requerida.
Mejora de la productividad
Desarrollo de innovaciones (para bienes o servicios, procesos, organización o comercialización).
Económicos
Beneficios económicos al optimizar los procesos y gastos de reactivos.
Resolución de problemas específicos a menor costo.

La reducción de costos.
El incremento de ventas.
La consolidación de mercados.
La penetración en mercados de exportación.
Contar con una alternativa económica a las actividades internas de investigación y desarrollo (outsourcing).

Fuente: Elaboración propia a partir de (Gould Bei, 1997, T.B. Pavón, et. al., 2007, Millenaar & Jacinto, 2008, Alvarado-Borrego, 2009, CEPAL, 2010, Torres & Becerra, 2010 y Pascale, 2013).

Como se puede observar, existe una gran cantidad de beneficios para ambos actores si llegan a generar la relación entre ellos. En este sentido, es objeto de estudio del presente trabajo analizar los beneficios (en términos de capacidades tecnológicas) para la empresa y los beneficios obtenidos para la universidad derivados de vincularse.

2.10 Obstáculos de la vinculación universidad-empresa

Según Stezano Pérez, Federico Andrés, (2010) los obstáculos más comunes en la vinculación universidad - sector productivo son:

- ❖ Objetivos y culturas divergentes.
- ❖ Asimetrías informativas.
- ❖ Costos de transacción.
- ❖ Incertidumbre sobre el resultado de la vinculación (Pérez & Andrés, 2010).

Algunos factores que influyen negativamente sobre las redes de colaboración con otras empresas son:

- ❖ Falta de confianza
- ❖ Riesgo de plagio por parte de los competidores
- ❖ Falta de transparencia en la rendición de cuentas
- ❖ conductas oportunistas de los socios
- ❖ Falta de compromiso
- ❖ Falta de personal calificado
- ❖ Barreras en el lenguaje y en la cultura (Martínez, García, & Santos Gabriel, 2012).

2.11 El papel que juega la vinculación universidad-empresa en la generación de capacidades tecnológicas

El objetivo de este apartado es analizar la literatura que respalda la construcción de las capacidades tecnológicas a través de la VUE.

La construcción de CT dentro de las empresas requiere de cuatro puntos esenciales. En relación con el entorno, se debe tener la capacidad de ajustar la ventaja de la empresa a su entorno competitivo de manera dinámica. Con respecto a la gestión y uso de información interna, se debe contar con la habilidad de sus gestores para el análisis de los procesos de aprendizaje y de gestión del conocimiento, de tal forma que sean capaces de generar las condiciones internas necesarias para el establecimiento de rutinas de alto nivel que junto con el flujo de los recursos produzcan resultados significativos. En lo referente a las habilidades en el uso de los recursos, se trata de buscar de manera constante el mejor uso alternativo para sus recursos y realizar sus actividades funcionales de mejor manera que sus competidores, con la finalidad de alcanzar formas novedosas de ventaja competitiva. Por último, se deben impulsar acciones para conservar la competitividad: a través de la obtención de recursos estratégicos y la importancia de la I&D en la construcción de conocimiento, propiciar la evolución de sus capacidades o su sustitución por otras nuevas e integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas de la empresa (Ortiz García, Pedroza Zapata, & Olivé Tomàs, 2013).

Las empresas buscan construir CT reinventándose. Este trabajo sostiene que una herramienta para construir CT para las empresas es mediante la creación de la VUE.

González Pérez (2001) afirma que la construcción de CT es un fenómeno que está íntimamente relacionado con la existencia de un ambiente que propicie la circulación y el flujo de conocimientos, en otras palabras, el contexto es fundamental para el desarrollo de redes y la posibilidad que tenga la empresa para desarrollar investigación y CT.

Estudios recientes sostienen que uno de los mecanismos utilizados por las empresas para construir capacidades tecnológicas es la generación de vínculos con diversos agentes. Es decir, la interacción entre agentes heterogéneos (llámese empresas, IES, CPI, agencias de desarrollo, institutos tecnológicos, entre otros) facilitan el acceso de conocimiento y por ende el aprendizaje (Cabanelas , Cabanelas Omil, & H. Vázquez , 2013), que, en conjunción con entornos institucionales adecuados apoyan a las

empresas a generar capacidades tecnológicas, dado que la absorción, la adaptación y la mejora de tecnología extranjera no son procesos automáticos y tampoco tienen costos nulos.

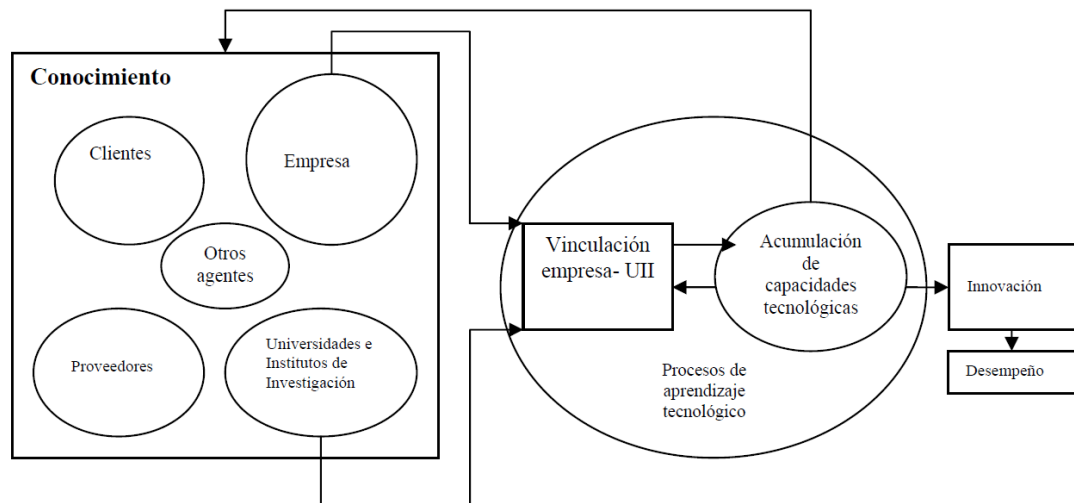
Las redes de cooperación permiten múltiples interacciones y transferencias entre los diferentes agentes asociados y son especialmente útiles para la consecución de objetivos científicos y tecnológicos que requieren de las complementariedades o sinergias de diferentes capacidades y de la participación de varios actores (Hidalgo, 2007).

En la sección 2.6.1 se hace mención de que la empresa es la principal fuente de innovación dadas sus propias CT, sin embargo, al interactuar con un ambiente (y por ende con otros elementos) se crea la necesidad de generar vínculos con otros actores para compartir esfuerzos en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación. Por tanto, la cooperación entre los agentes inmersos en el ambiente desempeña un papel fundamental para la creación de CT.

Guadarrama (2006) analiza como la VUE impacta en la acumulación de capacidades tecnológica en la industria farmacéutica de México. Dicho trabajo sostiene que los agentes encargados de las actividades innovativas son depositarias y fuentes de conocimiento, al conjuntarlos puedes obtener la VUE. Los tipos de VUE pueden llevar a diferentes procesos de AT que permite construir CT, dichas capacidades generan más conocimiento generando un círculo virtuoso y se repetirá en la medida en que se fomente las relaciones entre los agentes.

El siguiente esquema resume lo anterior:

Esquema 8. Ciclo virtuoso de la construcción de CT.



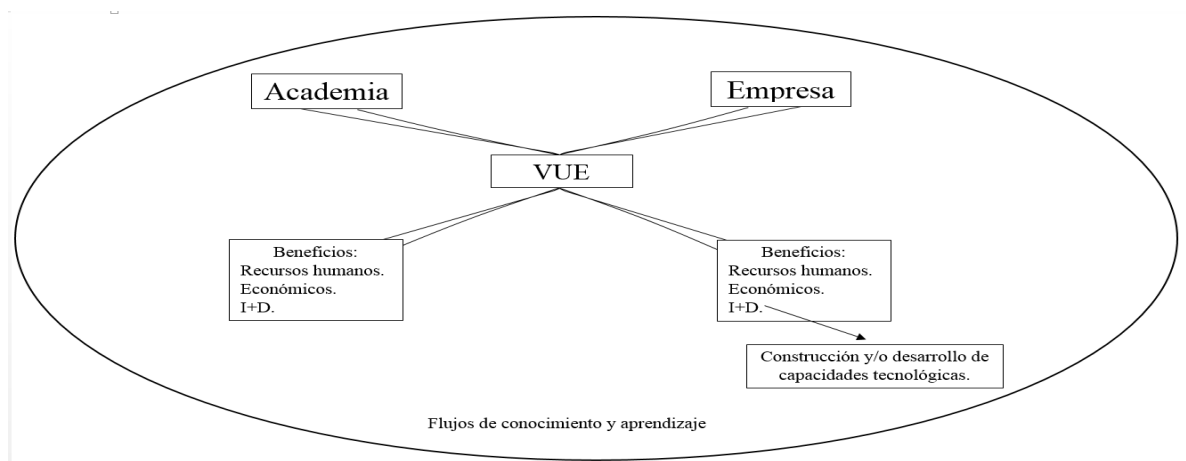
Fuente: (Guadarrama, 2006).

Se afirma que existe una relación directa entre la complejidad de los mecanismos de VUE y el nivel de CT, es decir, a medida que se incrementa el nivel tecnológico en la empresa, se busca reforzar el proceso de construcción y/o acumulación de CT, estableciendo mecanismos de vinculación más complejos.

Los resultados arrojaron que la empresa farmacéutica ha generado nuevas CT (y desarrollado las existentes) tomando como factor fundamental la VUE, pues, el sector al que pertenece la empresa requiere de personal altamente calificado así como de capacidades científicas y tecnológicas sofisticadas. Si la empresa trabaja aisladamente tendrá menos probabilidad de contar con dichos recursos que si lo hace con las IES o los CPI.

El objetivo que persigue el presente trabajo es aportar evidencia empírica respecto del funcionamiento que tiene el proceso de vinculación universidad-empresa en México, en términos de generar capacidades tecnológicas desde la perspectiva de la empresa. El esquema 9 ilustra dicho objetivo.

Esquema 9. Proceso de construcción/desarrollo de CT.



Fuente: Elaboración propia.

El esquema anterior expone que las relaciones entre la universidad y la empresa se dan en flujos de conocimiento y aprendizaje, en donde, gracias a la VUE se generan múltiples beneficios para ambos actores, para el caso de las empresas uno de los tantos beneficios que obtiene gracias a la vinculación es la construcción y/o desarrollo de capacidades tecnológicas.

Iammarino, Padilla-Pérez & Von Tunzelmann (2007) realizaron un estudio econométrico que consistió en analizar cómo se fomentaba la capacidad tecnológica como resultado de interacciones complejas entre los individuos (las empresas y otras organizaciones dentro de los marcos institucionales específicos), los resultados arrojan que la construcción de las capacidades tecnológicas se ve afectada por varios factores, algunos de ellos son el capital humano y el uso de fuentes externas de tecnología.

La calidad del capital humano (en términos educativos) afecta directamente a las CT y por ende al tipo del que se trate, pues, las competencias que tengan estos individuos aunado el aprendizaje que generen pueden dar como resultado la fuente de las CT. En otras palabras, cuando se cuenta con recurso humano medianamente calificado se puede aspirar a construir capacidades de producción (para producir bienes utilizando las tecnologías existentes), mientras que individuos más calificados desencadenan capacidades tecnológicas avanzadas (para generar y gestionar el cambio técnico).

Por otro lado, el uso de diferentes fuentes externas de tecnología se asocia con mayores capacidades tecnológicas, es decir, las empresas que tienen colaboración con CPI e IES para obtener tecnología externa construyen CT. Iammarino, Padilla-Pérez & Von Tunzelmann (2007) afirma que mientras el capital humano fomenta las capacidades

tecnológicas en producto, los CPI construyen capacidades tecnológicas en proceso y que el número de vínculos con las IES colaboran en la construcción/acumulación de capacidades tecnológicas de proceso y producto.

Por otra parte, las empresas también optan por cooperar y aliarse con otros actores para poder sobrevivir en el mercado. Las capacidades tecnológicas más fuertes se pueden asociar a fuentes de conocimiento externo y cuanto mayor sea este mayor la probabilidad de que tal conocimiento sea útil en la creación de nuevos productos innovadores (Wu, 2014).

Algunos autores consideran que las CT no se construyen solo por incorporar nueva tecnología a la empresa, se requieren recursos especializados de carácter acumulativo y derivado. En este sentido, un recurso intangible es el aprendizaje.

Las fuentes de aprendizaje requieren una exploración de los roles de los actores críticos, entre ellos destacan las empresas y otras organizaciones de apoyo (públicos y privadas) tales como las universidades, institutos de investigación y asociaciones empresariales (Malerba F., 2002). En este tenor, las empresas buscan fuentes de conocimiento externo para la creación de CT, las cuales provienen directamente de las organizaciones de capacitación, de los CPI e IES, es decir, la construcción de CT por parte de las empresas se ve afectada positivamente por la creación de relaciones de otros actores críticos (Fujita, 2013). En otros trabajos se argumenta que el fortalecimiento de CT es por medio del aprendizaje y conversión del mismo en productos y/o procesos innovadores, en dichos trabajos se señalan los cambios graduales de tecnología instalada y el desarrollo de CT desde imitación creativa hasta innovación (Kim, 1997). Chen (2008) por su parte, argumenta que existen ventajas para las empresas al interactuar con otros agentes (entre ellos están los IES y CPI) gracias a la difusión de conocimiento y aprendizaje colectivo por ambos actores, lo anterior se materializa en oportunidades de negocio, innovaciones y la mejora gradual de productos o procesos para la empresa.

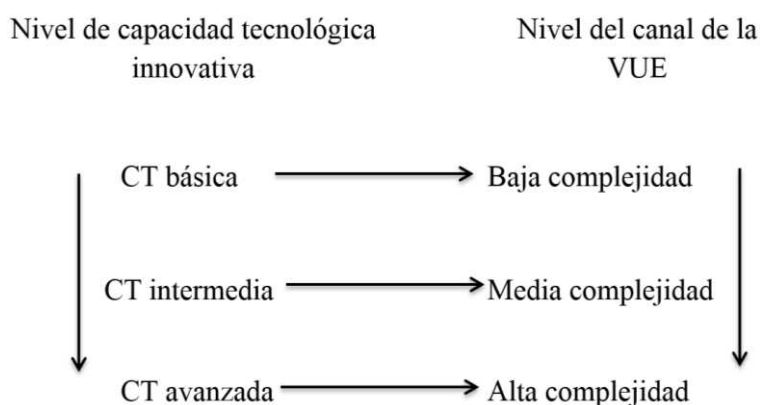
Por último, la CEPAL (2011) afirma que el aprendizaje no depende únicamente de las IES, CPI o las empresas, sino de las relaciones formadas por estos agentes, es decir, las firmas tienen más dificultades construir capacidades por si sola, tales capacidades solo podrán desarrollarse plenamente en un contexto de colaboración, en donde los flujos de conocimiento y tecnología entre empresas y organizaciones sean tan importantes como los insumos y los bienes. Dado que la innovación requiere del uso de

recursos complementarios (incluidos conocimiento e información) la firma debe de allegarse de fuentes externas a la propia empresa, en otras palabras, la capacidad de las empresas para innovar se fortalece por el establecimiento de relaciones con otras instituciones por qué posibilita el traspaso de conocimientos acumulados en ellas y permite reducir costos y riesgos asociados a las actividades innovativas (CEPAL, 2011).

2.12 La relación de las capacidades tecnológicas con los canales de la VUE

Basándose en lo anterior se puede afirmar que las CT se van mejorando a medida que aumenta la complejidad de los canales de la VUE. Es decir, existe una relación directa entre el nivel de complejidad de las vinculaciones con el tipo de CT (básica, intermedia o avanzada). Cabe mencionar que las empresas son, en primera instancia, las generadoras de capacidades de producción rutinarias (que después dan paso a las CT) que empiezan con un nivel de dificultad básico en relación con las actividades asociadas a las funciones primarias (las actividades de inversión y de producción), las funciones de apoyo se van desarrollando desde el momento en que se crea el vínculo de la empresa con la universidad.

Esquema 10. Relación de CT con canales de la VUE.



Fuente: Elaboración propia a partir de (Dutrénit, Vera-Cruz, & Arias, 2003), *Basados en* (Bell & Pavitt, The Development of Technological Capabilities, 1995), *Solleiro (1997) & CEPAL (2011)*.

Tabla 4. Relación de CT con canales de la VUE

		Niveles de Capacidades tecnológicas			
	Canal de la VUE	Capacidades operativas básicas	Capacidades innovativas básicas	Capacidades innovativas intermedias	Capacidades innovativas avanzadas
Baja complejidad	Flujos de recursos humanos	*	*	*	*
	Educación continua e Intercambio de personal.		*	*	*
	Vínculos a nivel posgrado*.			*	*
	Contactos informales	*	*		
	Vínculos a nivel posgrado*.			*	*
	Mercado de trabajo.	*	*	*	*
	Act. De divulgación y difusión de conocimiento.			*	*
	Seminarios y simposio.	*	*	*	*
	Publicaciones.		*	*	*
Media complejidad	Servicios	*	*	*	*
	Técnico.	*	*		
	De consultoría.			*	*
	Inteligencia competitiva.		*	*	*
	Proyectos conjuntos		*	*	*
	Investigación conjunta.		*	*	*
	Investigación contratada.	*	*	*	*
Alta complejidad	Licenciamiento	*	*	*	*
	Spin off.				*
	Incubadoras.		*	*	*
	Parque científico y tecnológico.				*

Fuente: Elaboración propia a partir de (Dutrénit, Vera-Cruz, & Arias, 2003), Basados en (Bell & Pavitt, The Development of Technological Capabilities, 1995), Solleiro R. José L. (1997) & CEPAL (2011).

En este tenor, las acciones ejecutadas en cada canal de la VUE se pueden empatar a los niveles de las CT (tabla 4).

El estado del arte presentado en este capítulo ofrece las bases teóricas y herméuticas para estudiar el trabajo de campo desarrollado en el capítulo 4.

Pero dicho trabajo de campo no es posible analizar sin un método definido, por lo cual el siguiente capítulo ofrece el como se va a explorar la información empírica.

Capítulo 3

Metodología de investigación

El propósito fundamental de este capítulo es describir la metodología y estrategias seguidas para llevar a cabo la presente investigación. Cabe mencionar que la investigación busca explicaciones, relaciones, comparaciones, generalizaciones, concordancia, además de trascender y ser analítica.

La metodología es un elemento central que caracteriza a todo proceso de investigación, tiene que ver con la conceptualización del objeto y las maneras de interrogarlo, así como de proporcionar relaciones. La metodología es una construcción derivada de los aspectos que se desea abordar (Montaño, 1999, 2000).

El capítulo se compone de cuatro secciones; en la primera, se detalla el diseño y estrategia de la investigación, en la segunda se explica cómo fue seleccionado el caso de estudio. En la tercera sección se especifica la unidad de análisis. En la cuarta se describe cuáles son las fuentes de información utilizadas y como se lleva acabo recolección de datos, la aplicación del cuestionario, las entrevistas y el procesamiento de la información.

3.1 Diseño de la investigación

La presente investigación se basa en un estudio de caso. Este es de tipo exploratorio¹² y de carácter descriptivo¹³. El diseño de investigación del estudio de caso consiste en generar la secuencia lógica que conecta datos empíricos con las preguntas de investigación iniciales y, en última instancia, las conclusiones.

Los estudios de caso son útiles cuando una investigación busca responder preguntas de “cómo” y “por qué” y cuando se busca entender fenómenos que aún no han sido ampliamente investigados (Yin, 1994). El diseño de investigación basado en estudios de caso se ocupa principalmente de la interacción entre factores y eventos identificando los diversos procesos que intervienen en dicha interacción, así como su regularidad y las relaciones de causalidad existentes. Una de las fortalezas del estudio de caso es que

¹² Es exploratorio porque se necesita entender los antecedentes y panorama general del problema de investigación ya que es un hecho poco estudiado.

¹³ Es descriptivo porque se remite a las características especificadas, perfiles del grupo y comportamientos intentando describir lo que sucede en un caso en particular.

este diseño permite al investigador concentrarse en situaciones o instancias específicas e identificar los procesos interactivos que se están dando.

El estudio de caso *constituye un método que permite estudiar la mayoría de las variables relevantes de una realidad concreta, al tiempo que considera el contexto como parte esencial del fenómeno bajo análisis* (Yin R. , 2003).

Como el estudio de caso comprende un método de recubrimiento de la lógica de diseño, técnicas de recolección de datos que lo abarca todo, y, enfoques específicos, para el análisis de datos, es considerada una estrategia integral de investigación.

El estudio de caso incluye el proceso y los resultados de la experiencia; trata de identificar y explicar lecciones aprendidas; estas últimas se presentan en términos que sirvan, y sugieran nuevas y mejores prácticas de los actores que emprenden procesos sistemáticos. Los estudios de caso cumplen con los tres principios básicos de la metodología cualitativa: son descriptivos, entendibles y explicativos (Tellis, 1997). Han sido aplicados en investigaciones de negocios, situaciones organizacionales, educación, desarrollo de tecnología y problemas sociales, entre otros (Yin, 1994).

Así, el estudio de caso se refiere a una experiencia o situación concreta. El estudio de caso ofrece evidencia relevante sobre lo que ocurrió y analiza los factores que influyeron en el curso de los hechos (por qué ocurrió de esta forma). El estudio de caso se enfoca en los aspectos sobresalientes de la experiencia, que puedan ofrecer mayores luces sobre la efectividad de las actuaciones y racionalidades de los actores que formaron o forman parte de la experiencia. Se ha escogido el estudio de casos por ser un método que ayuda a comprender a profundidad las dinámicas presentes dentro de escenarios individuales y descubrir nuevas relaciones y conceptos, más que solo verificar o comprobar proposiciones previamente establecida (Eisenhardt, 1989).

En otras palabras, el diseño de investigación consiste en un plan lógico que permite conectar las preguntas de investigación iniciales y en última instancia a sus conclusiones.

3.2 Selección del caso

El caso puede ser un evento o una entidad (Yin, 1993). Un caso puede ser una persona, institución, programa, política, incluso un sistema o un proceso (Merrian, 1988; Simons, 2009). Para Stake (1995) el caso es un sistema integrado, focalizado en especificidades más que en generalidades. Incluye procesos. Simons (2009) señala que el estudio de caso valora múltiples perspectivas de los participantes e interesados, la observación de

las circunstancias que ocurren naturalmente, y el contexto de interpretación. Yin (1993) señala que la definición del caso se relaciona finalmente con la forma en la que se haya definido la pregunta de investigación (Yin, 1993). El caso de este estudio en esta investigación se refiere a un proceso, esto es, a la vinculación universidad-empresa ilustrada por la relación entre la empresa Vitalmex, y la UAM-I (Ingeniería Biomédica, Centro Nacional de Investigación en Instrumentación e Imagenología).

La empresa a estudiar para esta investigación es Vitalmex, por ser una empresa mexicana pionera en ofrecer soluciones integrales para el sector salud en México con casi 40 años de experiencia. Durante la fase piloto de esta investigación, se evaluó la idoneidad de la empresa como “caso de estudio” comparándolo con otros posibles casos. Se consideraron las actividades de investigación y desarrollo que han generado, la existencia de vinculaciones con la universidad, la penetración que ha tenido a nivel nacional e internacional, la intensidad tecnológica.

Vitalmex se introdujo en el sector salud en la especialidad de hemodiálisis, una de las áreas más desatendidas en ese entonces, hoy en día ha superado las fronteras mexicanas fusionándose con una empresa alemana (GIMI) con el objeto de mantenerse a la vanguardia. La empresa ha apostado a la investigación desde sus inicios, habiendo llevado a cabo el desarrollo de una serie de productos y equipos mejorados y/o novedosos en el país. Estas actividades han merecido algunos premios como es el Reconocimiento al Mérito Tecnológico, ganado en el año 1994, de parte del Fondo de equipamiento industrial del banco de México (FONEI).

La trayectoria que ha tenido la empresa a lo largo de su existencia, muestra que la vinculación con la academia ha desempeñado un papel importante en su estrategia de expansión, desarrollo e introducción de nuevos productos en el mercado mexicano de los dispositivos médicos. Esto puede generar valiosas enseñanzas en términos del papel de la VUE en la generación y construcción de capacidades.

3.3 La unidad de análisis

La selección de la unidad de análisis apropiada obedece a la especificación de la pregunta de investigación (Yin, 1993). La unidad de análisis en la presente investigación es un proyecto de desarrollo llevado a cabo por Vitalmex con intervención de la UAM-Iztapalapa por considerarse representativo de la vinculación universidad-empresa y por presentar características que permiten analizar los efectos que tienen tanto para la empresa como para la academia en la generación y construcción de capacidades.

El proyecto desarrollado por los anteriores actores mencionados es el Ventrículo de Asistencia Ventricular, también conocido como el Vitacor, el VAD o el corazón artificial.

La finalidad del proyecto analizado es el desarrollo de un producto que forma parte de una tendencia de desarrollo tecnológico diferente al desarrollo de corazones artificiales totales, los cuales tienen el inconveniente de introducir mucho equipo dentro del cuerpo, además de que los corazones artificiales totales no permiten que el corazón original se recupere, aunque sea con una función parcial, cumpliendo con otras funciones biológicas más allá de bombear sangre para después llevarla a escala comercial.

El proyecto permite: identificar los efectos que tiene la vinculación universidad-empresa en la generación de capacidades tanto para la empresa como para la academia, identificar los factores por los cuales las empresas se vinculan y como lo hacen.

3.4 Fuentes de evidencia

El estudio de caso se caracteriza porque puede utilizar múltiples fuentes de evidencia, en lo anterior radica su fortaleza. El objetivo de tener múltiples fuentes de evidencia es buscar que converjan triangulando la información.

Las fuentes de evidencia que se utilizaron para el presente estudio de caso fueron:

3.4.1 Documentos

Se analizaron diversos documentos asociados al desarrollo del proyecto entre ellos se encuentran reportes técnicos, informes, revistas, algunas bitácoras, avances del proyecto físicos, convenios entre la empresa y la universidad, tesis de nivel de licenciatura, maestría y doctorado, generadas por el desarrollo del proyecto, patentes, artículos indexados, conferencias, entre otros para complementar la información con el objeto de obtener información explícita para reconstruir una realidad.

3.4.2 Registro de archivos

Los registros de archivo que se recuperaron del desarrollo del proyecto fueron: algunas listas del personal de Innovamédica y versiones pasadas del organigrama de Vitalmex y de Innovamédica con el objeto de recuperar información pasada.

3.4.3 Entrevistas

Es considerada una de las fuentes de evidencia más importantes, se buscó realizar conversaciones guiadas con preguntas abiertas y semiestructuradas (para ello se elaborara una guía de entrevista donde se contemplen los temas clave de la investigación), con ello se busca acercarse a los hechos de forma imparcial.

Dichas entrevistas están concentradas a personal clave tanto de la universidad (UAM-I) como de la empresa (Vitalmex) de la investigación, donde, se ejecutaran con apoyo de un acompañante (el informante).

Se realizaron entrevistas a profundidad en áreas clave de la empresa y también se aplicó un cuestionario, que permitió captar una imagen de la organización estructura y la forma de administración, las principales estrategias, prioridades en materia de tecnología, sus capacidades.

Se realizaron un total de 10 entrevistas tanto en la empresa (Vitalmex Internacional) como en la universidad (UAM-I) (Tabla 5).

Tabla 5. Personal entrevistado VUE.

Vitalmex		UAM-I	
No.	Puesto actual	No.	Puesto actual
1	Gerente de innovación	1	Profesor de tiempo completo nivel 3 en SNI
2	Investigador encargado de propiedad intelectual	2	Desarrollo de nuevos proyectos
3	Líder de proyecto	3	Desarrollo de nuevos proyectos
4	Encargado de la UNIT	4	Hardware/Software
5	Investigador	5	Contadora

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la empresa.

La información obtenida se sistematizó por medio de tablas y con base en esa información organizada se procedió a realizar el análisis empírico.

Con cada informante se realizó como mínimo una entrevista con duración de 2 1/2 horas en promedio. A los actores principales (líderes en el proyecto) se les entrevisto más de una ocasión. Estas entrevistas se realizaron alineadas a guías de entrevista (ver anexo No. 1 y No. 2).

3.4.4 Observación directa

Con el objeto de estudiar los efectos que ha tenido la VUE para ambos actores, se realizaron visitas de campo para el estudio de caso en Vitalmex y en la UAM-I, ya que los objetos de interés no son puramente históricos, por ende, algunos comportamientos relevantes y/o condiciones ambientales estuvieron disponibles para la observación.

Para efectos de la presente investigación no se realizaron protocolos de observación, es decir, las observaciones directas serán de carácter informal y se justificaron con otras pruebas (entrevistas y documentos).

Esta fuente de evidencia fue útil ya que proporciono información adicional sobre el tema de investigación.

La tabla 6 resume la metodología que se usó para el presente trabajo.

Tabla 6. Resumen de metodología.

Resumen de Metodología		
Concepto	Clasificación	
Estrategia a utilizar	Estudio de caso.	
Tipo de estudio de caso	Exploratorio/Descriptivo.	
El caso	Vitalmex.	
La unidad de análisis	El Ventrículo Vascular (VAD).	
Fuentes de evidencia	1.	Documentación.
	2.	Análisis de archivo.
	3.	Entrevistas.
	4.	Observación directa.
Interpretación de datos	Estrategia general	Basándose en proposiciones teóricas.

Fuente: Elaboración propia.

La interpretación de datos se realizó con ayuda de la estrategia general (Yin, 2003). La estrategia general es “basándose en proposiciones teóricas”, dado que se ofreció (al principio de esta investigación) una hipótesis o proposiciones que con el desarrollo de este trabajo se buscó rechazar o aprobar.

El establecimiento de un método bien definido contribuyo a clarificar los límites y el tratamiento que se le dio a la información empírica más adelante, este capítulo expuso la metodología a utilizar en el presente trabajo.

Es importante resaltar que los sectores industriales al igual que los individuos, tienen comportamientos propios de su propia naturaleza, por lo cual ubicar las características del sector industrial al que pertenece la empresa que se estudió es de vital importancia. El siguiente capítulo ofrece lo anterior.

Capítulo 4

La industria de dispositivos médicos

El propósito fundamental de este capítulo es describir el contexto nacional e internacional del sector industrial al que pertenece la empresa que se estudió con el fin de conocer las características propias del sector y tener mayor entendimiento sobre su comportamiento. El estudio del contexto apoyó a entender y ubicar las razones por las cuales cierto actor (para este estudio la universidad y la empresa) tiene para su proceder.

El cuidado de la salud hoy en día se apoya de múltiples herramientas para llevar a cabo su propósito, entre ellos se encuentran los dispositivos médicos, los cuales tienen un papel fundamental para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación de enfermedades y dolencias.

Según la NOM-137-SSA1-2008 los dispositivos médicos, también denominados insumos para la salud, son sustancias, mezcla de sustancias, materiales, aparatos o instrumentos (incluyendo el programa de informática necesario para su uso adecuado o aplicación), empleados solos o en combinación: en el diagnóstico, monitoreo o prevención de enfermedades, así como, auxiliares en tratamiento de las mismas, pueden ser empleados en el reemplazo, corrección, restauración o modificación de la anatomía humana (García García, 2009).

De acuerdo con el Foro Internacional de Reguladores de Dispositivos Médicos (IMDRF), un dispositivo médico se define como:

Cualquier instrumento, aparato, implante, máquina, reactivo in-vitro, calibrador, software, material o artículo que sirva para alguno de los siguientes propósitos:

- Diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de alguna enfermedad o lesión
- Investigación, reemplazo, modificación o soporte de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Soporte o conservación de la vida.
- Control natal.
- Desinfección de los propios dispositivos médicos.
- Equipos de diagnóstico y análisis clínico.

Bajo este contexto, todos los dispositivos médicos tienen relación con los pacientes con el propósito no solo salvar vidas, sino de aumentar o mantener la calidad de vida de las personas; de ahí que estos dispositivos cumpla con ciertas normas de calidad, dependiendo de la clasificación de riesgo en el que se encuentren.

Por otro lado, las personas que sufren de algún padecimiento patológico en específico, tienen diferentes niveles de madurez en dicha enfermedad, por tanto, se necesitan diferentes tipos de dispositivos médicos según el padecimiento que tenga la persona.

4.1 Evolución internacional de la industria de dispositivos médicos

El cuidado de la salud ha sido un elemento imperioso para cualquier ser humano, sin importar si se habla de la prehistoria o de la edad contemporánea; las personas no solo buscan prolongar su vida, sino también preservar y mejorar la calidad de esta, por medio del cuidado de su organismo. Dicho cuidado no ha sido suficiente, ya que con el avance de la civilización, también se han ido transformando las enfermedades, volviéndose cada vez más complejas. De ahí que en diversas etapas de su desarrollo, la humanidad ha tenido la necesidad de desarrollar mecanismos que apoyen el mantenimiento de sus condiciones de salud, y al alivio de sus padecimientos y enfermedades.

Gracias a la evolución de la tecnología, cada vez es más frecuente encontrar en el mercado productos y medicamentos para salvaguardar o mejorar la salud de las personas. En ese sentido, la disciplina conocida como ingeniería biomédica, ha permitido el empleo de la ingeniería en la medicina (entendida como la ciencia que permite prevenir y curar las enfermedades del cuerpo humano), habiendo contribuido a crear y desarrollar diversos dispositivos médicos.

La definición de ingeniería biomédica tiene varias vertientes, asociándose a la aplicación de métodos y procedimientos de la ingeniería a la medicina así como, al uso de las ciencias exactas para solucionar problemas en el sector salud, con apoyo de dispositivos o procesos.

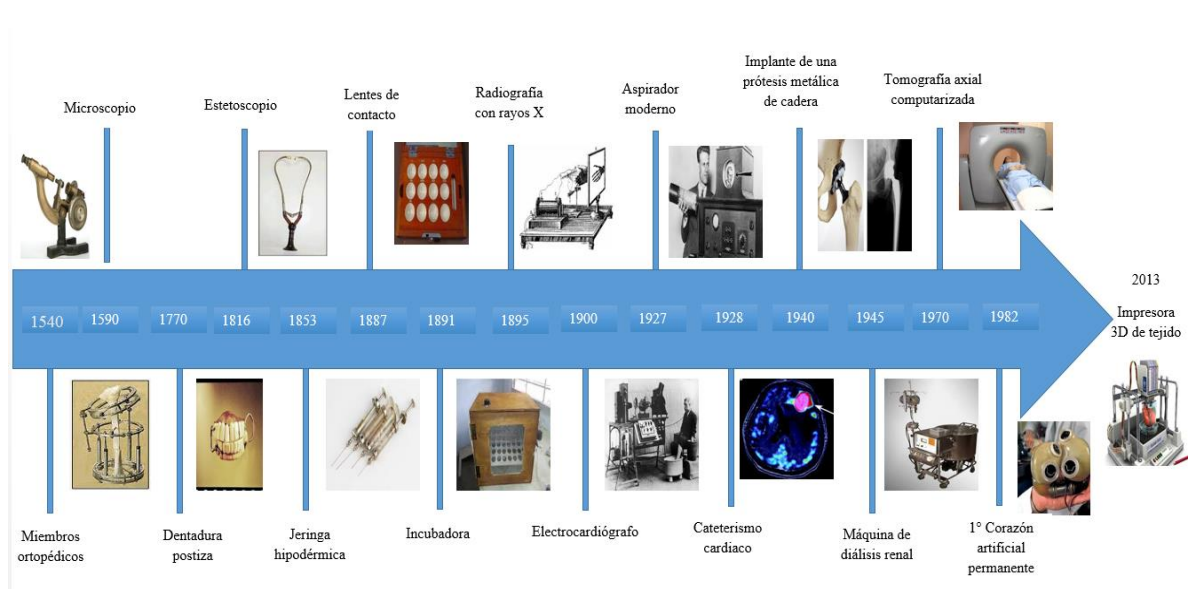
Por tanto, puede definirse como la aplicación de conocimientos del campo de la ingeniería (electrónica, mecánica, química, óptica, etc.) y de la medicina, para diseñar y construir dispositivos médicos, con la finalidad de ofrecer mayor calidad de vida a los pacientes (Gismondi Glave, 2010).

Algunas aplicaciones son las siguientes:

- ❖ Diseño y desarrollo de tejidos de reemplazo viables.
- ❖ Tecnologías de equipos médicos automatizados para realizar pruebas a pacientes y cuidarlos.
- ❖ Sistema de capacitación de imágenes médicas.
- ❖ Sensores biológicos capaces de monitorizar la química de la sangre o analizar su contenido de toxinas del medioambiente o sustancias peligrosas a través de equipo médico.
- ❖ Biomecánica de lesiones o del proceso de curación de heridas.
- ❖ Desarrollo de prótesis.
- ❖ Sistemas novedosos para pruebas y desarrollo de medicamentos (ProMéxico, 2011).

Los dispositivos médicos han ido transformándose en paralelo con la ciencia y la tecnología, por lo cual resulta útil presentar estos cambios en una línea de tiempo para fines ilustrativos.

Ilustración 1. Línea del tiempo de los DM.



Fuente: Elaboración propia a partir de (FEUM, 2013) & (ProMéxico, 2014).

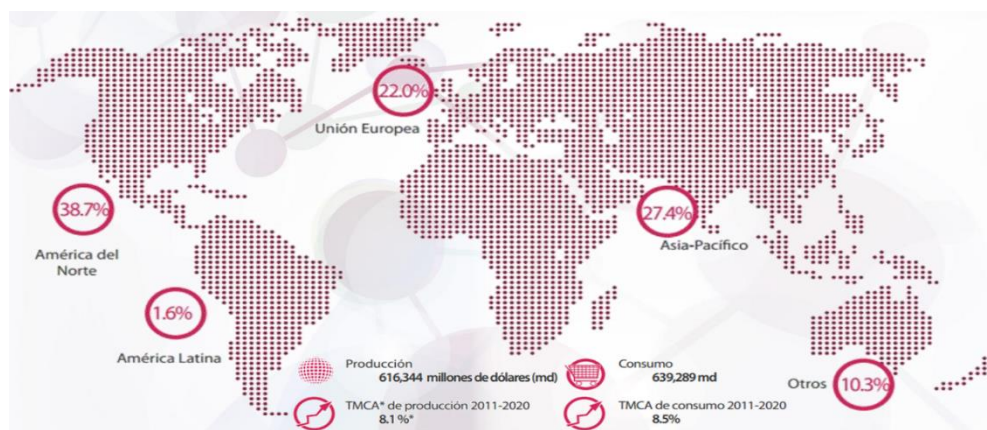
Los dispositivos médicos existen desde hace siglos, desde la época de los egipcios (7000 a. C.) se utilizaban diferentes artefactos (como bisturíes, muletas, cabestrillos, etc.).

En este sentido, el vestigio más antiguo de las prótesis data del 1550-1300 a. C. (Nerlich , Zink , Szeimies , & Hagedorn , 2000), seguido de los insumos odontológicos en la terapéutica precolombina.

Hoy por hoy los dispositivos médicos mantienen un carácter mundial, según datos de ProMéxico la producción global de este sector alcanzó un valor de 624 miles de millones de dólares (mmd) y se estima que en los próximos siete años la tasa media de crecimiento anual (TMCA) será de 6.9 % (ProMéxico, 2014).

En 2009, la región con mayor participación en los ingresos de la industria de dispositivos médicos fue América del Norte (Canadá, México y EE. UU únicamente) con 48 %, seguido de Europa con un 32.6 % y Asia Pacífico con 19.4 % (ProMéxico, 2013). De acuerdo con cifras de Global Insight, la distribución de la producción mundial de los dispositivos médicos en el año 2011 mostraba una fuerte concentración, en donde casi dos quintos del total de la producción mundial era llevado a cabo en América del Norte y Europa, destacando más aún el hecho de que Estados Unidos participaba con casi el 40 % de la producción mundial (Ver ilustración 2).

Ilustración 2. Participación por región de DM en 2011.



Fuente: ProMéxico, Unidad de Inteligencia de Negocios 2012.

La distribución geográfica de la producción podría cambiar significativamente de acuerdo con las proyecciones de este mismo organismo, y en un plazo de 8 años el centro productor podría moverse hacia Asia- Pacífico, con China liderando el sector participando de casi el 31 % de la producción mundial, un poco más que la correspondiente a los Estados Unidos y muy por encima de la Unión Europea.

La proyección a ocho años indica que los países latinoamericanos tendrían prácticamente el mismo nivel que tenían en 2011 (Tabla 7).

Tabla 7. Participación por región 2012-2020 de DM.

Región	% Producción 2012	% Producción 2020
América del norte	38.7%	30.3%
Estados Unidos	36.6%	29.3%
Canadá	1.4%	0.9%
Asia-Pacífico	29.4%	40.8%
China	18.8%	30.7%
Japón	5.6%	4.4%
UE	20.3%	17.5%
Alemania	7.1%	5.9%
Italia	2.6%	2.1%
América Latina	1.4%	1.4%
Brasil	1.2%	1.2%
Otros	10.2%	10%
Suiza	4%	3%
Mundial	100%	100%

Fuente: Global Insight (2013).

En términos de la nacionalidad y año de fundación, se puede observar que este tipo de industria tiene su origen en Estados Unidos, donde en 1888 operaba ya Abbot Laboratories, que actualmente es una de las diez productoras mundiales más importantes. Dentro de las 15 empresas más importantes, con excepción de 5, todas son estadounidenses, lo que corrobora la supremacía de este país en la industria de los dispositivos médicos (tabla 8).

Tabla 8. Empresas de DM destacadas a nivel mundial.

No.	Empresa	Año de origen	Nacionalidad
1	Tyco Healthcare (ahora Covidien)	1960	E.U.
2	Cardinal Health	1971	E.U.
3	Pall Life Sciences	1946	E.U.
4	Medtronic	1949	E.U.
5	Medimexico	1981	E.U.
6	ICU Medical Inc.	1984	E.U.
7	Dj Ortho	1978	E.U.
8	Baxter International	1931	E.U.
9	Abbott Laboratories	1888	E.U.
10	Stryker	1941	E.U.
11	Sunrise Medical	1973	España
12	Philips Healthcare	1895	Holanda
13	Smith's Medical	1940	Reino Unido
14	North Safety Products	1985	Reino Unido
15	Gambro	1964	Suecia

Fuente: elaboración propia a partir de: Marketline, FDI Markets, MPO, páginas de las empresas y ProMéxico, 2013.

La industria de dispositivos médicos está compuesta por empresas que conducen actividades de investigación, desarrollo, manufactura y comercialización de productos médicos usados para diagnosticar, tratar y prevenir enfermedades. En este tenor, actualmente existen dos tipos de productos en el mercado de dispositivos médicos: productos médicos de tecnología avanzada y productos médicos convencionales, incluyendo consumibles. A su vez estos se dividen en diferentes segmentos o especialidades como: ortopedia, cirugía general, cardiovascular, neurocirugía, imagen, diagnóstico in-vivo, entre otros (FUMEC, 2013).

4.2 La industria de dispositivos médicos en México.

En 2012 la industria de dispositivos médicos en México, fabricaba productos por un valor de 10.6 miles de millones de dólares, lo cual representaba el 1.66 % de la producción en el mundo (ProMéxico, 2012). Según datos del INEGI, durante el mismo año en el país operaron 2,349 unidades económicas especializadas en la fabricación de estos dispositivos, compuesta principalmente por pequeñas y medianas empresas ubicadas en Baja California, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas. Datos históricos sobre el sector de dispositivos médicos muestran que durante el periodo 2007-2010 esta industria en México tuvo un desempeño notable, ya que registro un crecimiento de 24.2 %, equivalente a más de 7,000 millones de pesos (CANIFARMA, 2011).

De acuerdo con FUMEC esta industria es un nicho estratégico, donde México tiene un enorme potencial de crecimiento, ya que, en términos de costos de manufactura (los cuales son alrededor de un 25 % más bajos que los de Estados Unidos y menores que los de los países BRIC's) el país mantiene una ventaja (FUMEC, 2013).

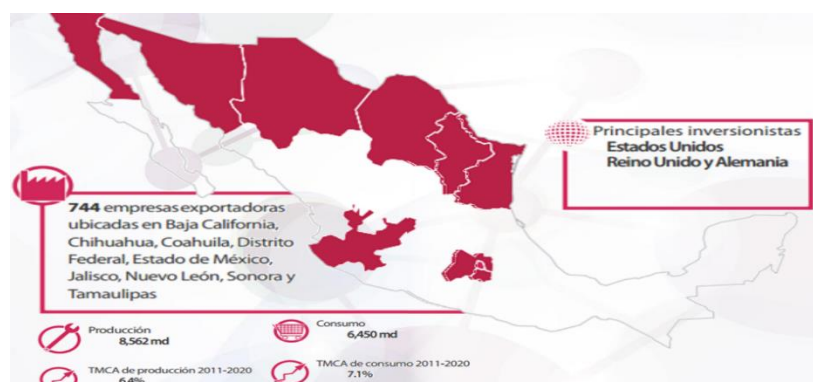
Ilustración 3. Producción de DM en México 2006-2012.



Fuente: ProMéxico, 2013.

Retomando datos de Global Atlas, el país exportó alrededor de 6,343 millones de dólares (mdd) en 2012, ubicando a México como el décimo exportador de dispositivos médicos a nivel global, el primer exportador en América Latina y el principal proveedor de Estados Unidos.

Ilustración 4. Principales estados exportadores de DM.



Fuente: ProMéxico, 2013.

En términos de comercio mundial de dispositivos médicos, México ha ocupado importantes posiciones en algunos productos y equipos:

- ❖ El 3 ° exportador mundial de agujas tubulares de metal y agujas de sutura.
- ❖ El 4 ° exportador mundial de mobiliario para medicina, cirugía, odontología o veterinaria.
- ❖ El 5 ° mundial de instrumentos y aparatos de medicina, cirugía, odontología o veterinaria.
- ❖ El 7 ° exportador mundial de aparatos de ozonoterapia, oxigenoterapia aerosol terapia, aparatos respiratorios de reanimación y demás aparatos de terapia respiratoria (ProMéxico, 2011).

Las importaciones ascendieron a 3188 mmd en 2012, registrándose una balanza comercial positiva.

En México los dispositivos médicos se pueden clasificar en función al riesgo que implica su uso de la siguiente forma:

Clase I: Aquellos insumos conocidos en la práctica médica cuya seguridad y eficacia están comprobados y generalmente no se introducen al organismo.

Clase II: Aquellos insumos conocidos en la práctica médica que generalmente se introducen al organismo, permaneciendo menos de treinta días.

Clase III: Aquellos insumos recientemente aceptados en la práctica médica que se introducen al organismo y permanecen en él, por más de treinta días (Cofepris, 2014).

Para la correcta aplicación de los criterios para la clasificación de los dispositivos médicos basándose en su nivel de riesgo, estos productos se dividen en:

- a. Dispositivo Médico Implantable.
- b. Dispositivo Médico Activo.
- c. Dispositivo Médico Activo para Diagnóstico.
- d. Dispositivo Médico Activo Terapéutico.
- e. Dispositivo Médico Invasivo.
- f. Dispositivo Médico Invasivo de Tipo Quirúrgico.

Es decir, las personas pueden usar desde una material para curación, un insumo odontológico, un equipo médico, hasta una ayuda funcional materializada en un implante; los dispositivos médicos se utilizan tanto para prevenir o diagnosticar enfermedades como para reemplazar, corregir, restaurar o modificar la anatomía humana. México cuenta con siete clústeres del sector que agrupan aproximadamente a 130 empresas. El clúster de Baja California es el más importante pues sus empresas representan más del 50 por ciento de las exportaciones totales nacionales del sector. Las principales capacidades de este clúster están relacionadas con la manufactura y ensamble de equipos y componentes como: catéteres, pipetas, válvulas, respiradores artificiales, nebulizadores, conectores y aparatos ortopédicos, entre otros.

ProMéxico (2014) afirma que existen alrededor de 2,511 unidades económicas especializadas en dispositivos médicos en 2013, de las cuales las principales empresas de dispositivos médicos que existen en México son:

Tabla 9. Principales empresas de DM en México.

No.	Empresa	Ubicación
1	Medtronic México	Tijuana, Baja California
2	Medimexico	Tijuana, Baja California
3	Gambro	D.F
4	Philips Healthcare	Mexicali, Baja California
5	ICU Medical de México	Ensenada, Baja California
6	Cardinal Healh	Juárez, Chihuahua
7	Smith´s Medical	Tijuana, Baja California & Nuevo León
8	Baxter México	Jiutepec, Morelos
9	Biotix International	Tijuana, Baja California
10	Bitechnologies	Mexicali, Baja California

Fuente: Elaboración propia a partir de (INEGI, 2014).

Como se puede observar en la tabla 13 la mayoría de las principales empresas de DM se encuentran al sur de México y todas son de nacionalidad extranjera. Aunado a lo anterior, se puede observar que del top de las 10 principales industrias de DM en México, 8 son de nivel global (las primeras).

La forma en cómo se comportan las empresas depende, en gran medida del sector al que pertenecen, el sector de dispositivos médicos se ubica en el sector basados en ciencia según Bell & Pavitt (1995).

Las empresas basadas en la ciencia, acumulan sus capacidades tecnológicas principalmente en los laboratorios de I & D empresariales y depende en gran medida de los conocimientos, habilidades y técnicas que surgen de la investigación académica. De aquí surge la necesidad de las empresas de vincularse con las universidades para allegarse de todo este capital intelectual.

Generalmente las empresas basadas en ciencia tienen un tamaño grande, las fuentes de acumulación de tecnología es por medio de la investigación básica, el diseño y la ingeniería. El desarrollo de productos (relacionados con la tecnología) es por medio de la contratación de ingenieros y científicos experimentados, los cuales protegen por medio de patentes y diseños industriales (Bell, Dahlman, Lall, & Pavitt, 1995).

En este sentido, el sector de dispositivos médicos, al mantener actividades basadas en la ciencia, la tecnología y el desarrollo de conocimiento científico y aplicado, pertenece a esta clasificación, siendo más que necesario la concepción, creación, interpretación, organización y desarrollo del conocimiento científico y técnico. Sin embargo, el contexto en donde se desenvuelve el objeto caso de estudio, es decir, en México al ser considerado un país manufacturero se contrapone a este tipo de sectores. De aquí surge la necesidad de los sectores basados en ciencia (entre ellos el sector de dispositivos médicos) en redoblar sus esfuerzos en dichas actividades y, uno de los mecanismos para realizar lo anterior es por medio de; *la vinculación universidad-empresa (VUE)*.

Una vez conocido la situación en la que se encuentra la ciencia al momento de realizar la investigación (construcción del marco teórico), delimitando el método por el cual se analizara la información se puede dar paso al análisis (metodología) y conociendo el contexto en el que se desenvuelve se puede dar paso al análisis empírico de la presente investigación.

Capítulo 5

El caso de Vinculación Universidad-Empresa: Grupo Vitalmex – UAM-I

Con base en el marco analítico planteado en el segundo capítulo, en el presente capítulo analiza el proceso de acumulación de capacidades de la empresa Vitalmex, tratando de ilustrar como la empresa ha seguido una trayectoria de aprendizaje y acumulación, que de acuerdo con la hipótesis plateada se espera muestre en algún grado un cambio evidente en esa trayectoria original, a partir de su vinculación con la UAM-I, particularmente del departamento de Ingeniería Biomédica. Así mismo se busca resaltar como esta relación, cuyo proceso no es exento de dificultades, puede traer efectos positivos en las actividades de investigación de los investigadores individuales y grupos académicos involucrados. Para lo anterior el capítulo se organizó en dos grandes apartados. En el primer apartado se estudia a los dos agentes involucrados en la relación (Vitalmex y UAM-I) por separado. El segundo apartado analizar el mecanismo de vinculación que ocuparon para llevar a cabo su relación y así obtener múltiples beneficios.

5.1 Trayectoria de Vitalmex: de la empresa individual a la formación del Grupo

Grupo Vitalmex nació en el 2001. Actualmente es un corporativo que incluye empresas comercializadoras, representaciones de marcas internacionales de equipo médico; además es fabricante de equipo médico especializado y se ha distinguido desde sus inicios por promover una cultura de innovación. En este apartado se describirá la evolución o trayectoria que ha seguido, desde su fundación como microempresa independiente, hasta conforma el corporativo actual, integrado por seis empresas.

La primera empresa del actual GV, denominada Vitalmex fue fundada el 13 de Marzo de 1976. Nació como una firma 100 % mexicana, dedicándose a la comercialización y distribución de medicamentos y equipos médicos.

El origen de la primera empresa (Vitalmex) se remonta a la década de los 70's, cuando el fundador de la empresa, el ingeniero en comunicaciones y electrónica, Jaime Cervantes decide dedicarse a las actividades empresariales y aspira a transformar el sistema de salud.

La personalidad innovadora y asertiva del fundador apoyó para poder proyectar la creación de una empresa que, mediante la I&D pudiera ofrecer productos y equipos médicos efectivos.

La experiencia previa del fundador de Vitalmex fue crucial para la creación de esa empresa, él laboró durante 6 años en instituciones del gobierno en el sector salud; con ello se familiarizó y capacitó en el manejo de una amplia variedad de equipos médicos. Fue entonces cuando notó una oportunidad de negocio consistente, ofrecer a los hospitales en México, productos que efectivamente cubrieran las demandas de los pacientes. El fundador se dio cuenta de que había una falta de atención en cuanto a cubrir las necesidades de los pacientes, aun cuando si existían los recursos económicos para poder cubrirlos; eso lo llevo a desarrollar su empresa, buscando cubrir dicho vacío.

En un comienzo la empresa se dedicó a vender electrocardiógrafos a consultorios particulares, pero, al darse cuenta que los consultorios necesitaban un espectro mayor de equipo, trato de solucionar esa demanda con la integración de paquetes de equipo médico. Nace así Vitalmex, dedicada a la representación de marcas ante los hospitales. Algunas de las primeras marcas que representaba en ese entonces la empresa fueron Fresenius (hemodiálisis), y Fresenius Medical Care (cardiología), después vendrían muchas otras.

En los 80's Vitalmex enfrentó algunos inconvenientes derivado de ser solo representante de marcas extranjeras, es decir, cuando las empresas que la contrataban generaban cierto prestigio vía la participación de Vitalmex, llegaban al mercado nacional para, posteriormente dejar de lado a la empresa. De ahí surgió la necesidad de esta firma por introducir manufacturas propias, complementando tanto estos productos como el equipo que distribuían, con el servicio requerido. Es en esta década, cuando la empresa empezó a fabricar equipo médico necesario para la cirugía y nefrología también se empezó a incursionar en la comercialización de equipos de hemodiálisis.

A finales de los 80's principios de los 90's, Vitalmex evolucionó, pasando de ser una empresa que representaba marcas, a una que vendía por contratos en comodato,¹⁴ manufacturando equipo médico de baja tecnología, como tuberías de circulación

¹⁴ Es un contrato por el cual una parte entrega a la otra gratuitamente una especie, mueble o bien raíz, para que haga uso de ella, con cargo de restituir la misma especie después de terminado el uso.

extracorpórea, reservorios de cardiología, oxigenadores de sangre, cicladores y bolsas para diálisis peritoneal.

Con todo y la nueva versión de Vitalmex, su fundador vislumbró que no era suficiente, pues existían muchas carencias de materiales y aparatos necesarios para las actividades diarias de los hospitales. Aunado a lo anterior, al considerar que cada hospital tiene diferentes necesidades, el empresario visualizó que no se podía establecer un sistema lineal que los proveerá de igual forma a todos.

Uno de los esfuerzos por crear tecnología propia en Vitalmex fue el desarrollo del oxigenador de burbujas en 1989, el cual introduce burbujas de oxígeno directamente a la sangre. Este tipo de oxigenador presenta una vía de trayectoria continua y en espiral con el propósito de promover el entremezclado de la sangre y el oxígeno.

Para llegar a la eficiencia esperada, Vitalmex creó en 1994 "*los servicios integrales*", una de las mayores innovaciones de la empresa. Los servicios integrales son una innovación de corte radical, los cuales consisten en el ofrecimiento de un conjunto de equipos médicos, infraestructura necesaria para cirugía (tanto construcción como adecuación), accesorios compatibles, distribución y abasto oportuno y permanente de insumos médicos de forma personalizada. Cabe mencionar que los servicios integrales también contemplan el mantenimiento extendido, preventivo y correctivo de todo lo proveído.

De 1994 a 2000 Vitalmex no solo comercializó equipo de hemodiálisis, sino también equipo para cirugía cardiovascular y trasplantes. Cabe mencionar que en 1998 la empresa crea un spin off llamada Aqua Medika. Con ello la empresa amplió su línea de negocios, aunque todavía no contaba con la capacidad tecnológica para generar productos de alto nivel tecnológico. En 2001 la empresa sufrió uno de los cambios más drásticos en términos operativos: pasó de ser una sola empresa a ser un grupo.

5.1 Integración del Grupo Vitalmex: de la representación de marcas a la producción

Vitalmex no solo ha logrado mantenerse en el mercado por más de tres décadas, ha logrado diversificar sus actividades con el paso del tiempo. En 2001 la empresa se consolida como un grupo, los primeros integrantes del mismo fueron Aqua Medika, fundada en 1998 y Vitalmex Internacional, que se fundó en 2001.

Con la formación del Grupo se busca dividir las diferentes actividades y funciones requeridas para atender el mercado nacional, las cuales van desde la proveeduría de equipo, hasta la producción y comercialización de equipo propio.

El grupo de Vitalmex está conformado por 6 empresas. Las empresas apoyan a Vitalmex Comercial a cubrir cinco líneas de negocio: Alta especialidad (Hemodinámica, Cirugía Cardiovascular y trasplantes), Quirúrgica General, Nefrología,Imagenología, y Rehabilitación.

Las 6 empresas que componen al grupo Vitalmex son:

Vitalmex Internacional se dedicaba en un primer momento a comercializar y fabricar equipo médico en las diferentes líneas de negocio de la empresa. Vitalmex Internacional fundó a parir de Vitalmex fundada en 1976. A partir de 2010 la empresa cambia sus actividades. Actualmente se encarga de las actividades tecnológicas e innovativas, desde la investigación y el desarrollo, hasta la parte de los fondeos mediante diversos programas que estimulan la I&D.

Aqua Medika se crea en 1998. Esta unidad nace para satisfacer las necesidades de Vitalmex en términos de requerimientos de insumos primero para Vitalmex Internacional y posteriormente también para Vitalmex Comercial.

Para el 2005, ya con una sólida trayectoria en el desarrollo, fabricación y comercialización de equipo de hemodiálisis, el Grupo Vitalmex inaugura su primera clínica de hemodiálisis llamada **Medika Humana**.

Esta empresa se creó para cubrir las necesidades de pacientes con insuficiencia renal, que es un importante problema de salud pública en México. La empresa cuenta con un programa cuyos pacientes serán atendidos por nefrólogos, psicólogos, nutriólogos, angiólogos y trabajadores sociales, con lo cual se busca ayudarlos a reincorporarse a sus actividades cotidianas.

En este mismo año (2005), se funda **Medika Vital** (hoy Medika Alternativa), clínica de medicina integrada, la cual atiende el cuidado de la salud a través de diferentes terapias y tratamientos de Medicina Alternativa, dirigidas a las personas con padecimientos tales como dolor crónico, agotamiento, alteraciones digestivas, estrés y ansiedad, entre otros. En 2006 se funda la **planta** del grupo Vitalmex, encargada de la fabricación del equipo médico que comercializa Vitalmex. Gracias a la creación de la planta es posible producir dispositivos e instrumentos médicos. Cabe mencionar que a pesar de que la planta no

es una empresa como tal, es relevante mencionarla ya que la creación de la planta le da al grupo Vitalmex bases para empezar a fabricar dispositivos médicos propios.

Por último, en 2007 se funda **Vitalmex Comercial** la cual se encarga de toda la cadena de suministro, registros de inventarios, la producción y se encuentra en Cuautla, Morelos (tabla 10).

Tabla 10. Empresas del grupo Vitalmex.

Nombre de la empresa	Vitalmex	Aqua Medika	Vitalmex Internacional	Medika Humana	Medika Vital	Planta	Vitalmex Comercial
Fundación	1976	1998	2001	2005	2005	2006	2007
Giro	Representante de marcas, comercializador a de DM	Proveedora de insumos para VC y VI	I&D	Clínica de Hemodiálisis	Servicios de Salud e Infraestructura Clínica	Cadena de suministro, inventarios producción	Corporativo Recursos humanos, MTK, etc.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa.

Queda excluido del cuadro y esquema anteriores (no porque carezca de importancia sino porque se tratara más adelante) Innovamédica, mecanismos de vinculación entre el grupo Vitalmex y la UAM-I, creada en octubre del 2000.

Vitalmex en un periodo de nueve años (1998 a 2007), fue dividiendo las diferentes funciones vía la creación de empresas subsidiarias.

Cabe mencionar que Vitalmex Internacional, Aqua Medika, Vitalmex Comercial y la planta son subsidiarias del Grupo Vitalmex, es decir, apoyan a las actividades en conjunto del grupo; pero no comercializan por separado ningún producto, mientras que Medika Humana y Medika Vital son unidades de negocios ya que comercializa un conjunto de productos relacionados con un grupo claramente definido de clientes. En el periodo comprendido de 1998 a 2007 el grupo Vitalmex fue generando nuevas capacidades, detrás de las cuales existe un proceso de aprendizaje. Su conformación como grupo sigue una lógica de integrar actividades de la cadena de producción, comercio y suministro, pasando por las actividades de I&D. Estas últimas se introducen en la empresa para dar soporte a una estrategia en la que la innovación se convierte en un objetivo principal. También es resultado de una percepción que se construye a partir del establecimiento de lazos de colaboración con las universidades, en particular con la UAM-I.

5.2 Productos/Servicios que ofrece el Grupo Vitalmex

Grupo Vitalmex ofrece una conjunto de productos y/o servicios que se fueron integrando en diferentes etapas del crecimiento de la esta firma, las cuales, son resultado de una visión empresarial emprendedora, en al cual se conjuga la concepción de un negocio que evoluciona al identificar las oportunidades del mercado cubriendo necesidades no satisfechas y la generación de las habilidades y capacidades requeridas por la empresa para acometer esas oportunidades. El grupo Vitalmex fue integrando dentro de su estructura un conjunto de negocios que le permitieron comercializar productos además de: ofrecer servicios especializados, desarrollar proyectos de infraestructura para la salud y ofrecer servicios de investigación y desarrollo y transferencia de tecnología. Esto último requiere la existencia dentro de la firma de recursos altamente capacitados y de la utilización de vínculos externos que dan soporte en esas actividades, lo cual hace evidente la necesidad de vincularse con universidades. El grupo Vitalmex ofrece insumos, instrumentos y equipo médico orientado a las especialidades de hemodinámica, a la cirugía cardiovascular y a trasplantes, por ello es necesario desarrollar capacidades tecnológicas que le permitan tener las habilidades y conocimiento, necesarios para generar y aplicar tecnología de forma planeada, es decir, a desarrollar capacidades tecnológicas.

Los productos/servicios que ofrece el Grupo Vitalmex se resumen en la tabla 11.

Tabla 11. Productos y Servicios del Grupo Vitalmex.

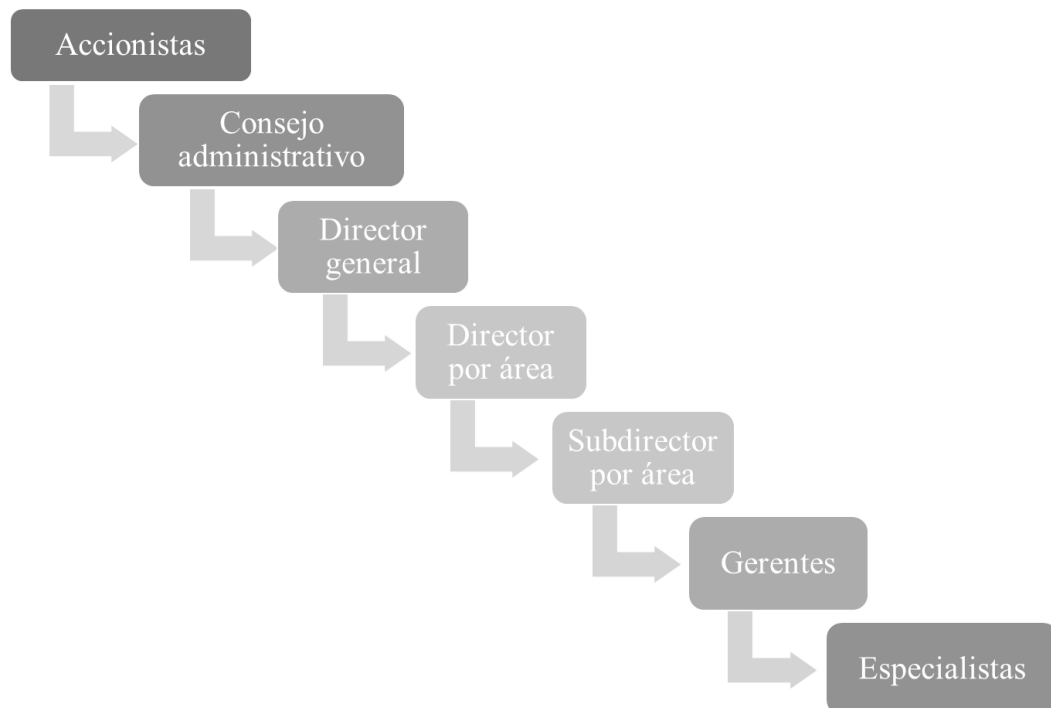
Productos/Servicios	Descripción
Propiedad Intelectual	• Investigación y desarrollo, transferencia tecnológica, patentes y consultoría especializada en salud.
Proyectos llave en mano	• Venta de equipo, accesorios y dispositivos médicos, su mantenimiento y servicio. • Construcción y rehabilitación de infraestructura en salud. Operación de infraestructura en Salud. • Gestión Sanitaria-Hospitalaria.
Servicios Integrales	• Por especialidad. • Por procesos. • Complementarios-Quirófano (cirugía general y mínima invasión). • Imagenología (Pac, Ris, CT, RM, Ultrasonido, Rx).
Programas Integrales	• Atención de pacientes con enfermedades crónicas degenerativas (Cardiovasculares, Renales y metabólicas, Cáncer).

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la empresa.

5.3 Evolución de la estructura organizacional de la empresa

Durante su historia, el grupo Vitalmex ha cambiado continuamente de razón social. Sin embargo, sigue siendo una empresa familiar, aunque se percibe su transición hacia consolidarse como una empresa institucional. Desde su origen ha sido administrada y organizada por la familia Cervantes. El fundador, el Ing. Jaime Cervantes fungió como director general en el periodo comprendido de 1976 (fundación de la empresa) hasta 1995, año en el que cede el puesto a su hijo Adrián Cervantes, persona clave para la transformación de la empresa desde 1995 hasta la fecha. Grupo Vitalmex conserva una estructura jerárquica. Esa tendencia de verticalización en términos organizativos se identifica desde sus inicios hasta la actualidad. La estructura que guarda Grupo Vitalmex es completamente vertical comenzando con los accionistas, en los siguientes niveles se encuentran el consejo administrativo, la dirección general, las direcciones de área, los subdirectores de área, los gerentes y por último, los especialistas (Esquema 11).

Esquema 11. Estructura jerárquica del grupo Vitalmex.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos en entrevistas de la empresa.

El consejo de administración, está integrado por diez personas externas (aproximadamente), el cual toma las decisiones estratégicas colectivamente. Los directores le reportan al consejo de administración y a su vez, el consejo debe de rendir cuentas a los accionistas. El presidente del consejo es el fundador de la empresa. Durante el periodo comprendido de 1995 a 2005 el director general de la empresa fue Adrián Cervantes, el cual al igual que el profesor investigador de la UAM-I con el cual se generó la vinculación Universidad-Empresa, el Dr. Emilio Sacristán, formaron parte del consejo de administración. En este periodo es donde se reporta mayor crecimiento y mejora de la empresa en términos tecnológicos y de innovación. Esto se manifiesta en variables como la del personal (pasando de 100 empleados en 1994 a 1000 para el 2005), tamaño (pasando gradualmente de pequeña a mediana y posteriormente convirtiéndose en gran empresa en los 2000's), capacidades (pasando de tener capacidades tecnológicas básicas en 1994 a finalizar con capacidades tecnológicas avanzadas para el 2005) y en línea de negocios (ampliando la alta especialidad en el 2000 con cirugía cardiovascular y trasplantes, quirófano, Imagenología y rehabilitación). Lo anterior se debió a la vinculación universidad-empresa.

Otra estrategia esencial en la transformación de la empresa es la transformación de Vitalmex convirtiéndose en un Grupo en el 2001 como ya se ha señalado; esta decisión impactó en la creación de subsidiarias y unidades de negocio en años posteriores.

Las estrategias ejecutadas en paralelo hicieron que el grupo Vitalmex lograra certificarse en Sistema de gestión de la calidad-Requisitos-ISO 9001:2000 en todas las áreas excepto en la de I&D en el 2002. En 2004 el grupo obtiene la certificación de ISO 9001 en el área de I&D.

La institución con la que decidió colaborar el grupo Vitalmex fue con la UAM-Iztapalapa. Esta relación nace en una feria tecnológica en la década de los 2000's, donde, casualmente, el director general, Adrián Cervantes y un profesor-investigador de tiempo completo de la UAM-I, el Dr. Emilio Sacristán se conocen, dicha situación, crítica para el futuro que se formó se generó en el 2000. Cabe mencionar que Vitalmex ya contaba con esfuerzos en desarrollar tecnología, sin embargo, al momento de asociarse con la UAM-I sus esfuerzos crecen exponencialmente.

Uno de los efectos que se desarrolló gracias a la VUE fue la creación del área de innovación como tal (que en un primer momento era una área más pequeña de I&D) dentro de la empresa Vitalmex. Cabe mencionar que dicha área está conformada por profesionales que en su momento fueron parte de Innovamédica. Otro impacto que tuvo la empresa Vitalmex gracias a la VUE fue la transformación de su visión empresarial, contemplando a la innovación como un objetivo estratégico.

5.4 El Área de innovación en Vitalmex

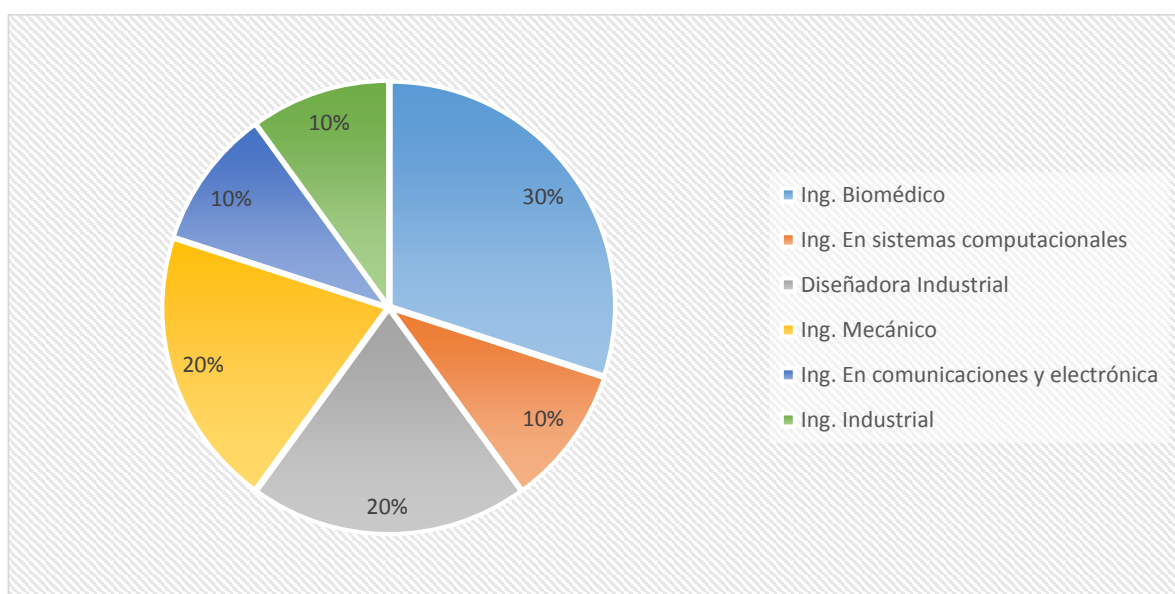
El área de innovación del Grupo Vitalmex tiene su origen en el año 2010. En ese año se establece la primera unidad de I&D del grupo, con la finalidad de impulsar las actividades innovadoras al interior del negocio, esto se dio como consecuencia de la vinculación universidad-empresa. Toco comenzó con el director general, el cual, al poseer la pericia y expertise heredada del fundador, en conjunto con su juventud y entusiasmo decide dar un vuelco en la conducta lineal de la empresa, mediante un conjunto de estrategias que apoyaran a la al crecimiento en términos económicos, tecnológicos y, por ende innovativas.

Durante su gobernanza en Vitalmex (periodo comprendido de 1995 a 2005) impulso la estrategia de generar la I&D en conjunto.

El área de innovación de Vitalmex mantiene una estructura matricial, es decir, se combina las disciplinas mediante un sistema flexible y complejo. En este tipo de estructuras, tanto el liderazgo, como mantener una estructura informal son relevantes.

Actualmente trabajan 10 personas en el área de innovación. Sus actividades están centradas a la investigación y desarrollo del sector salud, en específico de dispositivos médicos. Las profesiones de los empleados del área de innovación del grupo Vitalmex son: ingenieros biomédicos, diseñadores industriales, ingenieros en sistemas computacionales, ingenieros industriales, ingenieros mecánicos e ingenieros en comunicaciones y electrónica. Esta diversidad profesional se ha conformado con la finalidad de mantener un equipo multifuncional que aporte su expertise, conocimiento y experiencia en la solución de problemas que enriquezcan al área de innovación. El gráfico 1 muestra el desglose de los empleados involucrados en el área de innovación del grupo Vitalmex.

Gráfico 1. Recursos Humanos en área de Innovación de Vitalmex.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa.

El área de innovación se forma a partir del proyecto del Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD) realizado en un inicio entre Vitalmex-UAM-I de forma conjunta, pero, al finalizar la relación entre estos dos actores, todos los recursos asociados al proyecto del VAD pasan a Vitalmex, incluyendo el recurso humano. Por tanto, el personal que está en el área de innovación de Vitalmex se creó y desarrollo en Innovamédica, en tiempo presente todo el personal está concentrado en el desarrollo del Ventrículo de

Asistencia Ventricular (VAD). Dicho personal se capacita constantemente en temas de investigación y desarrollo de tecnología. La tabla 12 resume el equipo de trabajo con sus respectivas actividades. Por cuestiones de confidencialidad no se da a conocer el nombre de los integrantes.

Tabla 12. Funciones del recurso humano del área de Innovación de Vitalmex.

No.	Profesión	Funciones
1	Ing. Biomédico	Encargado de todo lo relacionado con la consola.
2	Ing. en Comunicaciones y Electrónica	Es el encargado de todo lo relacionado con el UNIT (Unidad de Transporte y Respaldo).
3	Ing. Industrial	Encargado de todo lo relacionado con las cánulas de las capsulas.
4	Diseñadora Industrial	Encargada de todo lo relacionado con la unidad ventricular, es decir el saco.
5	Ing. Mecánico	Se encarga de todas las simulaciones mecánicas.
6	Diseñadora Industrial	Diseñador de la UNIT.
7	Ing. Mecánico	Se encarga de todas las simulaciones mecánicas.
8	Ing. Biomédico	Encargada de hacer la transferencia a la empresa en estados Unidos para empezar el escalamiento hacia la fabricación "Proven Process".
9	Ing. en sistemas computacionales	Se encarga de redefinir el plan de negocios, de los fondos, etc.
10	Ing. Biomédico	Jefe del departamento.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa.

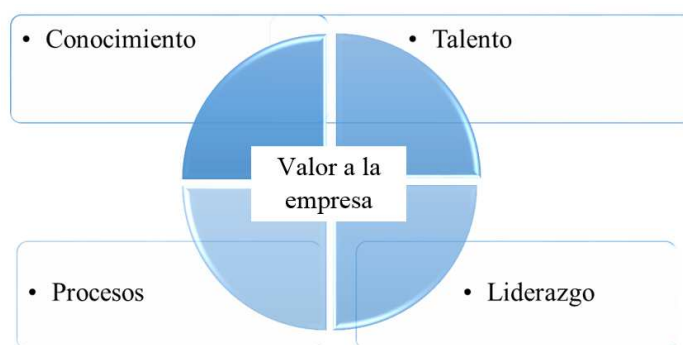
5.5 El proceso de innovación en Vitalmex

El proceso de Innovación ha ido cambiando a lo largo del tiempo en la empresa. Actualmente va desde la generación de la idea hasta la comercialización. Este proceso consiste en lo siguiente: un investigador que tiene una idea se la propone a un inversionista, el inversionista entra con capital, se hacen alianzas con universidades y se empieza el trabajo de investigación y desarrollo. Se revisa y crea un plan de negocio, el cual tiene que ser contemplando el mercado. Se empiezan a hacer pruebas de conceptos, prototipos, pruebas in-vitro, pruebas in-vivo (está relacionado con los médicos en si para preguntarles sus necesidades en términos de equipos y/o

materiales). Las pruebas in-vivo se hacen en animales únicamente, luego vienen pruebas clínicas (en humanos) y al último se hace la transferencia de tecnología a la producción para empezar con la comercialización del producto y venderlo en el mercado, todo lo anterior es de forma general.

Vitalmex maneja un modelo de innovación abierto (es decir, a pesar de que la empresa tiene capacidades tecnológicas avanzadas, siempre se está buscando ecosistemas que permitan aumentar dichas capacidades y que impacten tanto en los productos como en los procesos de la compañía; esto lo hacen porque han descubierto que colaborando con otras instituciones su alcance es mayor. Se busca obtener la infraestructura mediante la colaboración para llegar más lejos. Vitalmex es una empresa que patenta mucho en comparación con las otras empresas mexicanas; tienen un portafolio con más de 25 patentes alrededor del mundo, de las se han concedido 11 y 14 están en trámite. Básicamente se trata de 4 familias de patentes,¹⁵ por tanto, se están protegiendo en varios países; se están presentando en diferentes jurisdicciones. Las patentes tienen cobertura internacional, abarcando Estados Unidos, China, Bélgica, Alemania, Suecia, Gran Bretaña, Francia, Italia, España, entre otros países. La innovación forma parte de los objetivos estratégicos de Vitalmex. La empresa cuenta con un mapa estratégico, creado e interconectado en el año 2010, que muestra la forma en como genera valor la empresa, donde se debe de tener 3 elementos según muestra el esquema 12.

Esquema 12. Creación de valor en Vitalmex.



Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la empresa.

¹⁵ Una familia de patentes corresponde a un grupo de patentes de diversos países que describen la misma invención y se basan en la primera solicitud de patente. Se considera la primera solicitud como la solicitud de prioridad (Ortiz García, Pedroza Zapata, & Olivé Tomàs, 2013).

El mapa estratégico contempla 20 objetivos definidos por la empresa, la cual contempla dos relacionados directamente con la innovación: *potenciar el proceso de innovación y potenciar nuevas tecnologías al mercado*. A partir de la estrategia general, se hace el desdoblamiento de los proyectos de innovación.

El desarrollo de productos de innovación cuenta con diferentes etapas, las cuales son:
Esquema 13. Proceso de innovación de dispositivos médicos.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa.

El alcance que ha tenido el desarrollo de tecnología en términos de altura inventiva se construyó a partir de Innovamédica, la cual fue una institución creada en el 2000 para relacionar a la universidad con la empresa y es parte del estudio empírico que se desarrollara más adelante.

Todo lo anterior es resultado de la VUE, Antes de esta, la empresa Vitalmex no contaba con un área establecida formalmente, si bien existían esfuerzos por mejorar procesos o productos, estas no estaban firmemente concentradas en un área como tal, sino que se desarrollaban en toda la organización de forma difusa.

5.6 UAM – Iztapalapa

Origen de la IES.

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) es una de las universidades públicas más prestigiosas de México. Actualmente cuenta con cinco unidades académicas: Iztapalapa, Cuajimalpa, Xochimilco, Lerma y Azcapotzalco.

Dicha universidad nace en 1974 gracias al decreto del presidente de ese entonces, Luis Echeverría Álvarez. El Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas (ECUM) posiciona a la UAM como la segunda universidad de México en tener un mayor número de profesores-investigadores de tiempo completo con grado de doctor además de ser

una de las que cuenta con el mayor número de patentes otorgadas en México. Para efectos de este estudio se estudiara únicamente la unidad de Iztapalapa.

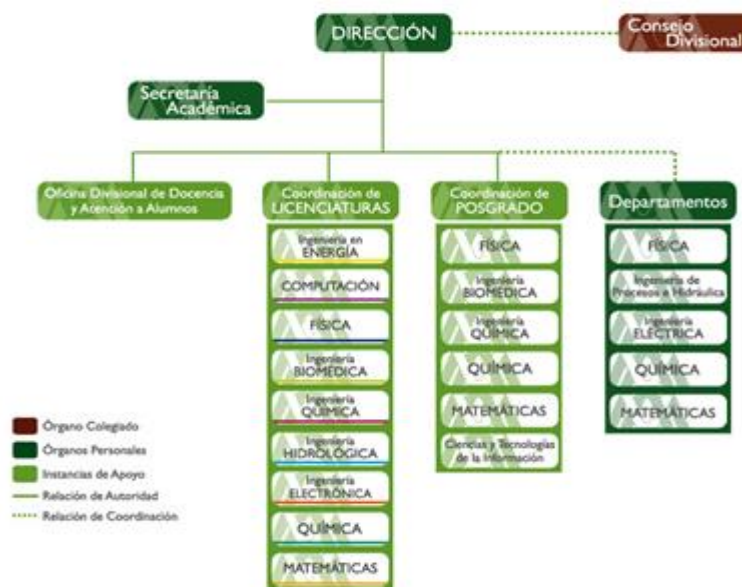
La UAM-I empezó sus actividades en Septiembre de 1974, cuenta actualmente con una planta académica de más de 900 profesores, esta unidad académica es el centro con más profesores investigadores de distintas disciplinas en el país (UAM-I, 2014).

Las Divisiones Académicas de esta Unidad son:

- División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
- División de Ciencias Sociales y Humanidades.
- División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

El grupo de investigación con el que la empresa casó de estudio se vinculó, se encuentra en la división de ciencias básicas e Ingeniería, en el área de Ingeniería Biomédica. El gráfico 2 muestra la estructura de la división mencionada.

Gráfico 2. Estructura de la UAM-I.



Fuente: Página principal de la UAM-I, 2014.

Dentro de las 26 licenciaturas que ofrece la Universidad está la Ingeniería Biomédica el cual se ubica en la división de ciencias básicas e ingeniería; esta unidad ofrece posgrados (maestría y doctorado) en la misma especialidad. La persona que fue clave para que se generara la Vinculación Universidad-Empresa es el Dr. Emilio Sacristán Rock.

El Dr. Sacristán actualmente es profesor-investigador de ingeniería biomédica y Director del Centro Nacional de Investigación en Instrumentación e Imagenología Médica de la UAM-Iztapalapa e Investigador Nacional del SIN, con nivel 3. Es especialista en instrumentación para anestesia y terapia intensiva, órganos artificiales y espectroscopia por resonancia magnética in vivo. Tiene un doctorado en Ingeniería Biomédica de Worcester Polytechnic Institute, y una especialidad en diseño, desarrollo y administración de nuevos productos de MIT-Sloan School of Management. Es autor de más de 40 publicaciones científicas y 12 patentes internacionales. Ha colaborado estrechamente con varias empresas internacionales para la generación de nuevas tecnologías médicas (Sacristán Rock, 2014). El Dr. Sacristán ha recibido múltiples reconocimientos por su actividad científica y empresarial de prestigiosas organizaciones como la Society for Technology in Anesthesia, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica, Yale School of Medicine, Endeavor, la Secretaría de Economía y la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia.

En el 2000, el Dr. Sacristán participa en la creación de Innovamédica como Socio Fundador y Director General, con la idea de promover nuevos desarrollos tecnológicos en México.

5.7 Mecanismos para la VUE: creación y evolución de Innovamédica

Innovamédica fue constituida legalmente como empresa en Octubre de 2000. Dedicada al desarrollo de nuevas tecnologías en la industria médica, se concibe como un mecanismo de vinculación entre la universidad y la empresa. El liderazgo del Dr. Emilio Sacristán Rock (profesor de tiempo completo de la UAM-Iztapalapa) y de Adrián Cervantes (director general de Vitalmex en el 2000) fue crucial para la conformación de esta interface. Innovamédica se mantuvo vigente en términos legales desde el año 2000 al 2010.

Todo comenzó cuando el Dr. Sacristán regresa a México en 1995 con apoyo del programa de repatriación que ofrece Conacyt y se incorpora a dar clases en la UAM-I en este mismo año.

En ese entonces la universidad era una de las primeras en el país en contar con un área de ingeniería biomédica. El Dr. Sacristán tenía la seria intención de explotar y adaptar (tropicalizar) en México el conocimiento y experiencia obtenida en E.U. En términos de

Vinculación Universidad -Empresa. El tema de la VUE en E.U. lleva décadas de llevarse a cabo, ya que es percibido como una oportunidad de crecimiento económico y social.

En un primer momento el profesor-investigador de la UAM-I, el Dr. Sacristán intentó establecer relaciones con las empresas con la finalidad de llevar el conocimiento desarrollado en la universidad al mercado. Sin embargo, la inexistencia de políticas que tenía la UAM-I en ese entonces sobre la VUE obstaculizaba la generación de relaciones entre la universidad universidad-empresa.

Aunado a lo anterior, en términos de políticas públicas, la ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) creada en 1999, no contemplo la VUE de forma adecuada. Se presentó una nueva ley en 2002, pero no fue sino hasta el 2009 que, con ayuda de una serie de reformas en la ley de CTI, se le dio un papel protagónico al tema de la vinculación universidad-empresa.

El proyecto del Dr. Sacristán en torno a la VUE, enfrentaba en 1995 dos obstáculos: por un lado la carencia de políticas internas por parte de la universidad para tratar el tema de la VUE, por el otro, una falta de políticas públicas que detonaran estas acciones.

Por esa razón que para subsanar esos problemas, en 1999 el académico decide generar una especie de Oficina de Transferencia Tecnología (OTT), es decir, una oficina enfocada a promover la formación y adquisición de metodologías que permitieran consolidar grupos, oficinas o centros de transferencia de tecnología, para fomentar la integración, licenciamiento y/o comercialización de Paquetes Tecnológicos, la generación y lanzamiento de nuevos negocios y/o el licenciamiento de desarrollos o tecnologías propias. Esta iniciativa buscaba facilitar la creación de mecanismos para facilitar la vinculación, creación y transferencia de conocimiento entre la universidad y la empresa.

Cuando el Dr. Emilio Sacristán Rock, profesor titular de tiempo completo de la UAM-I y Adrián Cervantes, en ese entonces director general de Vitalmex se conocen en una feria tecnológica en el 2000 deciden trabajar en conjunto (nace la relación Vitalmex-UAM-I). Ambos se caracterizan por su inclinación a innovar, crear cosas nuevas y emprender nuevos negocios. Al descubrir ambos este interés y visión común, decidieron empezar a trabajar juntos para sumar capacidades, recursos y esfuerzos con un objetivo: desarrollar

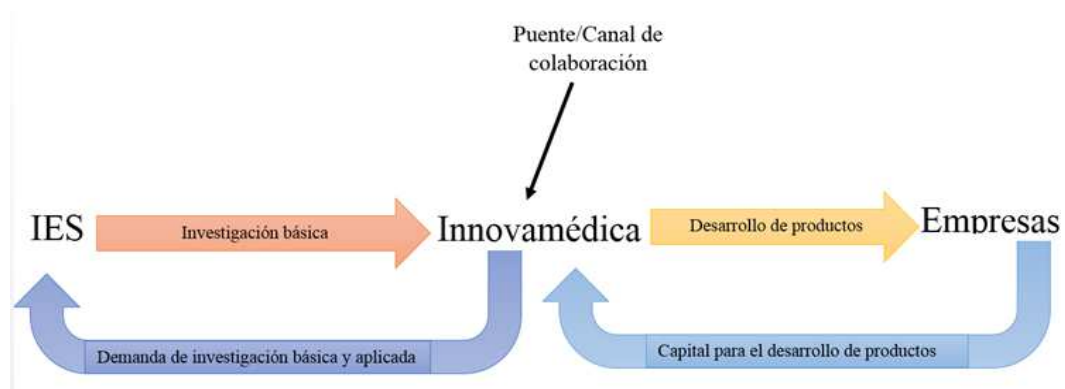
tecnología nacional. Se conjuntaron la visión emprendedora de dos personas clave, un desde el lado de la universidad, y otra del lado de la empresa.

Es por ello por lo que, con apoyo de Vitalmex (vía Adrián Cervantes, director general de la empresa) y la UAM-I (vía el Dr. Emilio Sacristán, investigador de la UAM-I y con apoyo del rector Luis Mier y Terán Casanueva rector general de la UAM en ese entonces) se logra la creación de Innovamédica.

Innovamédica fue la interface entre la universidad y empresa, es decir, hizo la tarea de identificar y sacar los mejores proyectos que tenía la universidad, diseñarlos, desarrollarlos, probarlos, validarlos, generar las patentes, desarrollar el negocio y luego transferir el paquete tecnológico más maduro a la industria.

El propósito de Innovamédica fue darle solución a diversos problemas que se presentan generalmente en México en torno a la vinculación entre las universidades y las empresas como son: la falta de vinculaciones entre el trabajo realizado en la universidad con las empresas, la falta de conocimiento en el tema de propiedad intelectual en ambos actores, el rezago tecnológico del país en equipo médico, alta resistencia al cambio y al riesgo y poca inversión en tecnología e innovación que realizan las empresas en México (Esquema 14).

Esquema 14. Mecanismo de vinculación Vitalmex-UAM-I.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Innovamédica.

Innovamédica inició con tres personas en el 2000. Para el 2002 ya se contaba con siete empleados entre ellos ingenieros biomédicos, diseñadores industriales y personal administrativo. El auge de la empresa en términos de crecimiento (de recursos humanos y proyectos atendidos) fue en el periodo de 2002 a 2006, donde pasó de tener 7

empleados a 29, aumentando no solo su número si no suma de otras profesiones como son: ingeniería mecánica, ingeniería en sistemas computacionales, ingeniería en comunicaciones y electrónica, ingeniería química.

Durante el 2006 y hasta el 2009 la empresa sufrió muchos cambios en términos de recursos humanos y de la formalización de su estructura organizacional dadas las demandas de la propia empresa. Es decir, en un principio la calidad del recurso humano estaba combinado entre ingenieros, becarios, pasantes, etc., en este periodo la empresa aumentó su calidad en recursos humanos en términos académicos (todos eran licenciados o ingenieros, había maestros e incluso doctores).

Cabe mencionar que la mayoría del recurso humano utilizado en Innovamédica provenía o bien de la empresa Vitalmex o de estudiantes incorporados por parte de la UAM-I.

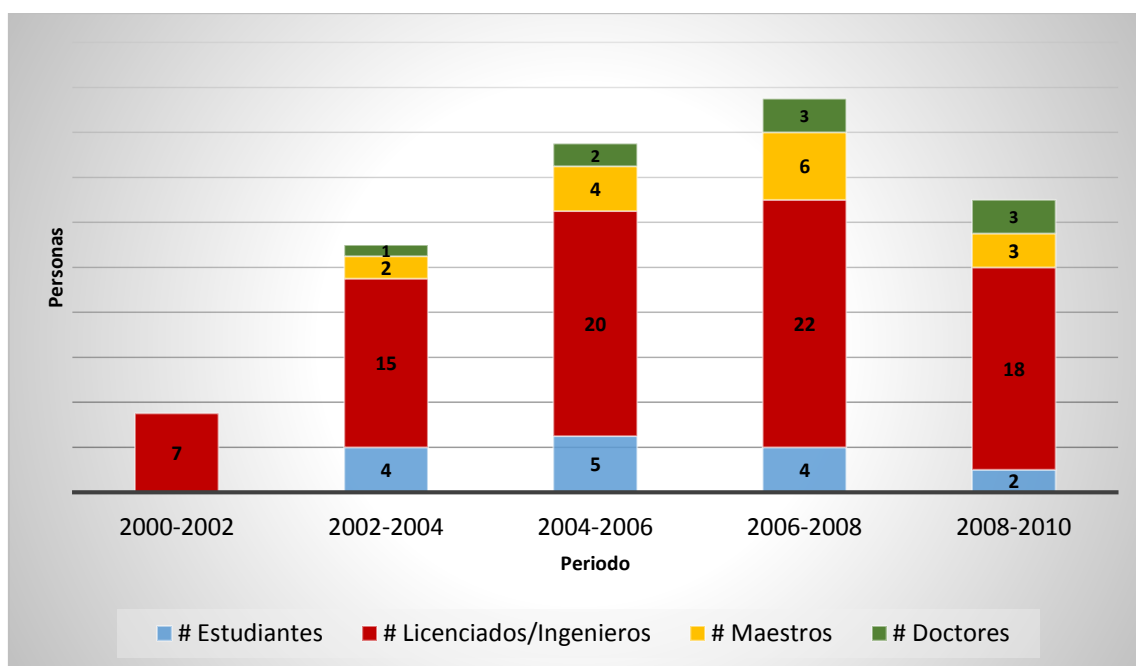
La tabla 13 desglosa el número de empleados que tuvo la empresa por periodo, mientras que el gráfico 3 representa el crecimiento que se tuvo en el personal en función de su nivel académico.

Tabla 13. Desglose de recursos humanos en Innovamédica.

Periodo	2000-2002	2002-2004	2004-2006	2006-2008	2008-2010
# de empleados	7	22	29	35	26

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la empresa.

Gráfico 3. Evolución del personal de Innovamédica (en términos académicos).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Como se puede observar en el gráfico anterior, hubo un aumento en el número de doctores empleados por Innovamédica mientras que hubo un decremento en el número de estudiantes ocupados. En el caso del nivel de ingeniería (o su equivalencia que es licenciatura) y maestría el número de personas con este nivel académico aumento, aunque en el último periodo (2008-2010) hubo un descenso, atribuido a los problemas que enfrentó la empresa en este periodo, de lo cual se hablara más adelante.

Lo anterior ocurrió porque Innovamédica se vio en la necesidad de ampliar habilidades del recurso humano, necesarias para poder desarrollar tecnología de punta, por ello Innovamédica empezó a demandar mayor capacitación en su personal. Este último respondió en mejorar su nivel académico. El recurso humano se pudo desarrollar en términos académicos debido a que se contaba con los recursos económicos (por el lado de Vitalmex) y académicos (por el lado de la UAM-I).

Por tanto, uno de los beneficios que obtiene la universidad y la empresa al momento de vincularse es desarrollar conocimiento y capacidades. Para el caso de la empresa capacidades tecnológicas.

El desarrollo del personal en Innovamédica fue un acontecimiento relevante para el desarrollo de capacidades tecnológicas dentro de Vitalmex.

Los objetivos que perseguía Innovamédica son:

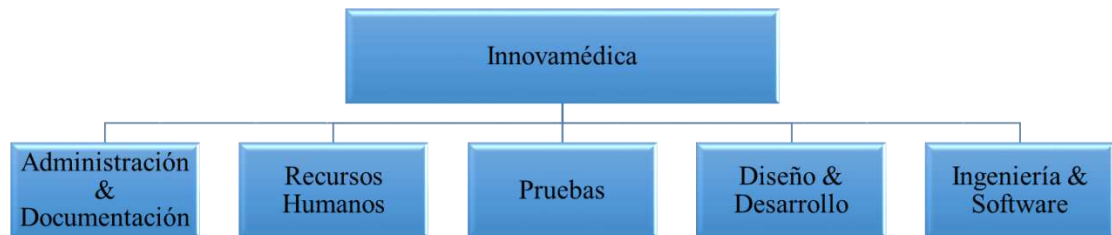
1. Investigación y desarrollo de tecnología.
2. Transferencia de tecnología al mercado.
3. Agilizar la generación de tecnología en la universidad.
4. Desarrollar tecnología para la empresa.
5. Generar todo lo concerniente a propiedad intelectual y patentamiento.

5.8 Organización de Innovamédica

Cuando nació Innovamédica, la estructura organizacional era vertical (tomando como base la estructura de Vitalmex). Sin embargo, con el paso del tiempo la organización se fue haciendo más compleja, dado que aumento la complejidad en el proceso de innovación. Por lo anterior, en el 2005 aproximadamente, se transformó a una estructura organizacional matricial. La estructura matricial está organizada por dos criterios simultáneos: por productos y por funciones. Dicha organización se utiliza con el objetivo de aprovechar los puntos fuertes y a su vez compensar las debilidades del equipo de trabajo, es decir, los individuos pueden ser elegidos de acuerdo con las necesidades del desarrollo del proyecto en cuestión especificando tanto el presupuesto como el plan de trabajo. La necesidad de tener equipos multidisciplinarios para el desarrollo de los proyectos es lo que hizo que innovamédica adoptara este tipo de organización, conforme fueron creciendo tanto la complejidad de los proyectos como la cantidad de los mismos, se demandó más personal y con mayor nivel de capacidad tanto de investigación como científica. Por tanto, cada proyecto tenía a su propio equipo (multifacético, es decir, que tenía a cada persona de cada área de la empresa) asignado y también contaba con un líder de proyecto, cada líder de proyecto le reportaba al jefe de investigación (que era el profesor Sacristán Rock).

Innovamédica estaba diseñada por áreas, las cuales eran:

Esquema 15. Áreas de Innovamédica.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Nota: El área de “Pruebas” encapsula las pruebas in-vitro, in-vivo y clínicas.

Aunque existían cinco áreas, cada especialidad tenía un encargado directo. En la parte del Diseño y desarrollo de software, se dividieron las funciones en cuatro áreas: ingeniería biomédica, ingeniería mecánica, diseño industrial e instrumentación.

En el nivel jerárquico más alto de Innovamédica estaba el director general de Vitalmex, Adrián Cervantes como director general, posteriormente, el profesor-investigador de la UAM-I, el Dr. Emilio Sacristán Rock como director científico. Sin embargo, por cuestiones de carga de trabajo del director general, en 2001 quedó el Dr. Emilio Sacristán como director general y científico, lo cual fue un aspecto crucial en el desempeño de la empresa. La personalidad del ahora director general y científico influyó en gran medida a Innovamédica pues, al ser un investigador apasionado, entusiasta, visionario y ambicioso supo guiar los quehaceres no solo en términos de calidad sino cantidad de proyectos desarrollados por Innovamédica.

Muestra de ello era el grado de compromiso de los colaboradores de Innovamedica, los cuales no tenían horarios de trabajo, sin embargo, eso no fue un problema al contrario estaban muy involucrados en generar nuevas ideas, en desarrollar la tecnología y por ende los productos.

Para 2008, existe un cambio trascendental al integrarse al equipo de Innovamédica Marcus Dantus como director general. Marcus Dantus se quedó en el lugar del Dr. Emilio Sacristán (debido a que el Dr. Pidió un año sabático). Las habilidades que poseía Marcus Dantus para los negocios (capacidad de identificar rápidamente los impulsores clave del negocio y desarrollar estrategias para maximizar las oportunidades probadas, creación de nuevas empresas, experto en la identificación, análisis y resolución de diversas cuestiones operativas, asesor y guía de fundadores de start-ups, planeación estratégica, habilidad de gestión de la innovación) influyeron el desenvolvimiento de Innovamédica.

Algunas de las capacidades con las que contaba Innovamédica eran:

- Diseño & desarrollo de equipos médicos.
- Diseño & coordinación de estudios clínicos.
- Valuación & protección de propiedad intelectual.
- Desarrollo de planes de negocio.
- Administración de proyectos.
- Elemento de vinculación entre la universidad y la empresa.

5.9 Trayectoria de Innovamédica

El primer proyecto con el que empezó Innovamédica en el 2000 fue un proyecto creado y desarrollado en un principio por el director general y científico de Innovamédica, el Dr. Emilio Sacristán, el cual es el espectrómetro de impedancia, mejor conocido como ISMO. Con el pasar de los años, Innovamédica no solo prosperó en términos de recursos humanos, también creció en términos de número de proyectos de los cuales estaba a cargo. Para el 2002 la empresa ya contaba con el desarrollo de cinco proyectos, los cuales eran, el espectrómetro, el endobag, el intrubag, el Localizador del Espacio Epidural (LEE) y por supuesto el Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD).

Los proyectos conjuntos que desarrolló Innovamedica (entre Vitalmex y la UAM-I) fueron el intrubag y el VAD. Sin embargo, la generación de habilidades del recurso humano dentro de la empresa permea a todos los demás proyectos de forma bilateral, es decir, el desarrollo de habilidades al momento de desarrollar tecnología de un proyecto beneficiaba de forma indirecta al desarrollo tecnológico de otro proyecto y viceversa.

La tabla 14 resume los proyectos que desarrollo y/o diseño Innovamédica.

Tabla 14. Proyectos desarrollados por Innovamédica.

No.	Año de creación	Proyecto	Descripción
1	2000	Espectrómetro (ISMO)	Dispositivo encargado de medir la impedancia gástrica en los pacientes que están en terapia intensiva.
2	2000	Endobag	Dispositivo para operaciones laparoscópicas.
3	2000	Intrubag	Dispositivo para sacar especímenes del cuerpo humano a través de cirugía de mínima invasión.
4	2001	Localizador del espacio epidural (LEE)	Aparato localizador del espacio epidural.
5	2002	Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD)	Sistema neumático de asistencia ventricular de costo eficiente.
6	2004	Implante coclear	Producto sanitario implantable activo de alta tecnología que consiste en un transductor que transforma las señales acústicas en señales eléctricas que estimulan el nervio auditivo.
7	2004	Máquina de anestesia	Equipo que administra gases como el oxígeno, el óxido nitroso, el aire y vapores anestésicos para realizar una anestesia adecuada.
8	2004	Vaporizador para máquina de anestesia	Aditamento diseñado para facilitar el paso de un agente anestésico de su estado líquido a su estado de vapor.
9	2005	Olos	Dispositivo que permite la estimulación magnética transcraneana o transcraneal de forma no invasiva.
10	2005	El brazalete magnético para el tratamiento de diabetes	Brazalete orientado a medir los niveles de insulina de los pacientes con diabetes.
11	2006	Funda laparoscópica	Funda que cubre la instrumentación necesaria para la cirugía de mínima invasión.
12	2007	Sistema de Inyección Espinal (SIE)	Inyección encargada de producir alivio o anestesiarse el espacio epidural de forma segura.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa.

El desarrollo de estos proyectos permitió a la empresa crecer en diferentes áreas clínicas, como lo son:

- ✓ Medicina intensiva.
- ✓ Alta especialidad.
- ✓ Cardiología y trasplantes
- ✓ Hemodinámica
- ✓ Imagenología
- ✓ Quirófano.

Para el 2008, Innovamédica ya tenía 12 proyectos (el corazón artificial era el proyecto más importante en términos económicos) de desarrollo de proyectos tecnológicos andando.

Cabe mencionar que a pesar que Innovamédica desarrollaba 12 proyectos en 2008 solo 2 eran desarrollado en conjunto entre Vitalmex-UAM-I: El VAD (2002) y el Intrubag (2000), los demás Innovamedica los diseñaba y desarrollaba de forma independiente. Para efectos de la presente investigación se analiza el proceso de VUE en el caso del desarrollo del Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD). Este proyecto nos permitirá ilustrar el desarrollo de las capacidades tecnológicas que tiene Vitalmex derivados de la relación que mantiene con la UAM-I. Por otra parte, durante el desarrollo del trabajo de campo, se logró detectar la importancia que tiene el presente caso para aportar en torno a la problemática que existe para la puesta en práctica y la continuidad de la colaboración entre las empresas y las universidades, debido a los límites legales, organizacionales e institucionales en la universidad y en la empresa.

5.10 El proyecto VAD (Dispositivo de Asistencia Ventricular): Un caso de Vinculación

Este proyecto se inicia en el año 2000 y tiene como objetivo desarrollar un dispositivo médico de precio accesible para la población mexicana. Aunque existen dispositivos similares en el mundo, estos no cubren las necesidades de la población mexicana, las cuales son la demanda de dispositivos ventriculares accesibles en términos de precio y funcionalidad. Es importante este desarrollo ya que en México las enfermedades isquémicas del corazón ocupan el 3° lugar de las principales causas de mortalidad en edad productiva (SS, 2014). Aunado a lo anterior, el precio de un dispositivo ventricular artificial común oscila entre los 250.000 dólares (AbioCor) hasta unos 200,000 euros para los dispositivos de última generación, estos precios más gastos de operación.

Por lo tanto, la mayoría de la población mexicana que llegara a sufrir problemas asociados al corazón no cuenta con el poder adquisitivo para hacer frente al precio de un ventrículo artificial de estos precios, es aquí donde radica la relevancia y pertinencia de desarrollar un dispositivo ventricular pensado en la población mexicana.

En el campo de la asistencia circulatoria mecánica ha dado importancia cada vez más a los dispositivos de asistencia ventricular, los cuales tienen como función principal disminuir la carga de trabajo del corazón natural y mantener un flujo apropiado con el objeto de mantener una adecuada irrigación de los órganos circundantes. Un dispositivo de asistencia Ventricular como su nombre lo dice es un dispositivo médico que ofrece soporte al corazón nativo cuando se encuentra dañado o no puede irrigar adecuadamente al cuerpo con sangre. Un VAD es una bomba que incrementa el flujo sanguíneo hasta alcanzar niveles adecuados de irrigación al cuerpo. Usualmente se instala entre el ventrículo izquierdo y la aorta, o entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar dependiendo del tipo de padecimiento al que se le quiera dar soporte (García Flores, 2010). En este sentido, Innovamédica con apoyo de la UAM-I y Vitalmex diseña y desarrolla el Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD) neumático de flujo pulsátil (es decir que pulsa la sangre del corazón al cuerpo de forma bidireccional). El sistema basa su diseño en la tecnología utilizada en las primeras generaciones de dispositivos neumáticos pero involucrando un alto grado de innovación para mejorar su desempeño. La universalidad en su diseño le permite ser empleado en cualquier situación donde se requiera la asistencia circulatoria, lo que representa una gran ventaja contra los sistemas actuales los cuales están planeados para una aplicación específica.

En otras palabras en la actualidad se necesitan de 4 diferentes aparatos circulatorios para cubrir las funcionalidades que el VAD cubre, las cuales son:

- A. Puente trasplante.
- B. Terapia destino.
- C. Terapia de recuperación.
- D. Apoyo durante cirugía cardíaca.

El grado de innovación es radical y el tipo es innovación en productos.

5.11 Diseño y Desarrollo del proyecto

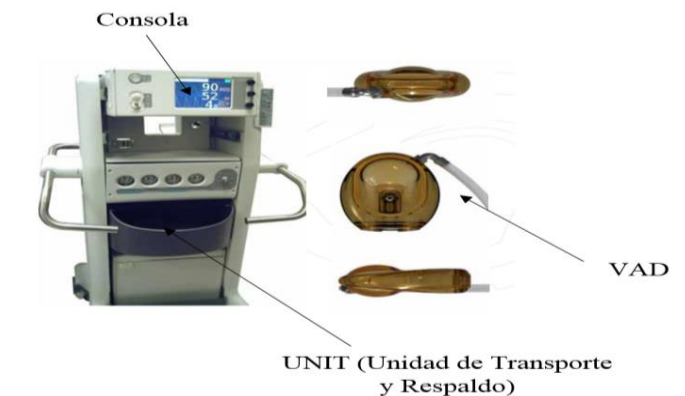
El VAD se creó en 1992 cuando el Dr. Moisés Calderón (que en ese entonces trabajaba en el IMSS del siglo XXI como cirujano cardiovascular) inicio el diseño del Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD) neumático que utilizaría como medio de propulsión neumática una consola de contra pulsación aortica (disponible en todos los hospitales donde se atienden pacientes de corazón). Este programa se denominó “proyecto Mexi-Cor” y consiguió el premio nacional de investigación en 1996 Dicho proyecto se ubicó como finalista del Premio Mundial de Investigación IFCC¹⁶-Londres, Reino Unido ese mismo año.

Para 1999 se logró terminar todos los procesos de investigación preclínica¹⁷ de un dispositivo sencillo gracias al apoyo de ABIOMED (empresa estadounidense con sede en Massachusetts fundada el 1981 que se dedica a la biotecnología), pero, años después se decide abandonar el proyecto. Gracias al contacto que tenía Vitalmex con los hospitales pudo establecer la relación con el cirujano cardiovascular del IMSS, el Dr. Moisés Calderón, primer cirujano que diseño el Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD). Cuando el director de Vitalmex, Adrián Cervantes inicia su relación con el profesor. Investigador de la UAM.I, el Dr. Sacristán en el 2000 se retoma la idea de diseñar y desarrollar un Dispositivo Ventricular mexicano. De esta manera, en 2002 nace el proyecto de desarrollar el VAD con apoyo de Innovamédica, Vitalmex y la UAM-Iztapalapa. El cirujano que diseño el Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD) identifico la necesidad de crear un dispositivo mexicano, la diferencia entre el VAD mexicano y cualquier otro dispositivo circulatorio además del grado de innovación es el precio. Normalmente, otros ventrículos artificiales adhieren la tecnología al mismo dispositivo, lo que convierte al producto final en un producto suntuario, es decir en un producto con un precio alto; en cambio el VAD mexicano al adherir la tecnología a la UNIT (Unidad de Transporte y Respaldo) y a la consola logra disminuir el precio por unidad (ilustración 5).

¹⁶ La Federación Internacional de Química Clínica conocida como IFCC por sus siglas en ingles.

¹⁷ El desarrollo preclínico hace referencia al conjunto de estudios de eficacia y seguridad del producto que se deben de realizar en sistemas biológicos diferentes a los seres humanos (Fundación para el Desarrollo de la Investigación en Genómica y Proteómica, 2012).

Ilustración 5. VAD.



Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la UAM-I.

El interés que tenía Vitalmex por crear un VAD es ampliar su línea de negocios al área de cardiología y por parte de la UAM-I era desarrollar tecnología mexicana con alto nivel inventivo. La UAM-I decide participar en el proceso de desarrollo del VAD debido a que se trata de un desarrollo de un dispositivo médico y poco tiempo antes se habían conocido el Dr. Emilio Sacristán (UAM-I) y Adrián Cervantes (Vitalmex). La UAM-I contribuyó con todo el conocimiento explícito plasmado en la base de datos de publicaciones, tesis, artículos de revistas, libros y demás conocimiento científico a la cual tenía acceso Innovamédica (por medio de la universidad). Otra contribución que tuvo la universidad en el desarrollo del proyecto del VAD fue el acceso del equipo multidisciplinario que laboraba en Innovamédica a las instalaciones y laboratorios de la universidad para hacer las pruebas *in vivo* (en 20 cerdos en 2006) y algunas pruebas de biocompatibilidad (2006-2007).

Para 2002 cuando Innovamédica retoma el proyecto empieza la generación de diversos diseños en bocetos tanto para las válvulas (dispositivo médico que abre o cierra el paso de la sangre por medio de las cánulas) las cánulas (tubo corto de goma u otro material que se aplica a diversos aparatos médicos y de laboratorio para evacuar o hacer fluir la sangre por el cuerpo) y la UNIT (Unidad de Transporte y Respaldo).

Después de realizar diversos bocetos y tener versiones finales de los mismos los diseños se realizaban a computadora por medio del CAD (Diseño Asistido por Computadora, las siglas están en inglés) que es un programa de computadora que ayuda a crear representaciones gráficas de objetos físicos en 2D o 3D, con ayuda de estos diseños hechos a computadora se pudo pasar a la siguiente etapa que es la generación de prototipos. Cabe mencionar que para materializar dichos diseños los primeros prototipos se realizaron. Al mismo tiempo, se diseñaron los sacos que recubrirían a las válvulas. En el 2003 se diseñó el moglub.

Este es un simulador que emula la presión y las pulsaciones del corazón que apoya a verificar si las válvulas permiten el flujo correcto de sangre, es decir, verificar que no exista reflujo. Del 2002 al 2004 se hicieron los primeros diseños de válvulas bivalvas (válvula aórtica bicúspide que funciona con dos valvas como válvula mitral en vez de funcionar con tres). El detalle que tuvieron estas válvulas es que al momento de verificarlas en el moglub se volteaban completamente por lo que fue necesario rediseñar las válvulas.

El siguiente diseño de las válvulas fueron las válvulas trivalvas (válvula aórtica bicúspide que funciona con tres valvas rígidas como válvula mitral). Los primeros prototipos de estos diseños se obtuvieron en Septiembre de 2004, para 2005 se empezaron a hacer las simulaciones en moglub que en este caso tuvieron éxito al no tener ningún reflujo con la sangre. Así mismo, de forma paralela se trató de cubrir las válvulas con diferentes recubrimientos de heparina (es un anticoagulante usado en varios campos de la medicina), por lo cual se hizo un protocolo preclínico comparativo de tres diferentes modelos: el primer modelo estaba la válvula sin recubrimiento, otro es con un tipo de recubrimiento tipo A de heparina y en otro se hizo con un tipo de recubrimiento tipo B de heparina, el objetivo de lo anterior era verificar cuanto se pegaba la sangre a la válvula y al final observaron que tenían muy buenos resultados con aquellas válvulas que no tenían heparina, es decir no tenían recubrimiento, era más complicado el tratamiento de los desechables con recubrimiento que con los desechables sin recubrimiento, se concluyó con todo lo anterior que era mejor los desechables sin recubrimientos eran suficientemente buenos para poder funcionar. En el 2005 se tomó la decisión de realizar el diseño de la válvula con silicón. Cabe mencionar que el silicón es el único polímero que no proviene del petróleo, lo cual lo hace útil en una gran variedad de aplicaciones industriales y en aplicaciones médicas y quirúrgicas.

El descubrimiento de utilizar el silicón como material para construir los prototipos de las válvulas y sacos fue gracias al aumento de capacidades científicas que tuvo el recurso humano de Innovamédica, los cuales estaban constantemente sometidos a cursos de capacitación, asistían a congresos y talleres de CTI, dicha investigación arrojó como resultado que el silicón no era dañino para el ser humano. Una vez generados los prototipos finales de las válvulas, los sacos y las cánulas se procedieron a realizar iteraciones de pruebas del VAD en el moglub con el objetivo de verificar su buen funcionamiento en conjunto, dichas pruebas se hicieron en el 2005.

En el periodo de 2005 a 2009 encapsulo todas las pruebas que se tenían que realizar con respecto al VAD, las cuales corresponden desde las pruebas invitro, las pruebas in-vivo, las pruebas de eficacia, de biocompatibilidad y las pruebas eléctricas, etc. Para el 2009 Innovamédica se disuelve bajo común acuerdo de Vitalmex y la UAM-I, por lo cual se decide hacer una transferencia de conocimiento a Vitalmex por parte de Innovamédica, cediéndole a la primera; prototipos, diseños, bosquejos, resultados de pruebas, recursos humanos y todo el material necesario para poder dar continuidad al desarrollo del VAD. A Vitalmex le costó trabajo adaptar el conocimiento, información y tecnología a la empresa, por eso fue hasta el 2011 que se empezaron a hacer las pruebas clínicas, es decir, hacer las pruebas en pacientes. Dado que el Dispositivo de Asistencia Ventricular es de soporte de vida se requiere obtener un registro sanitario ante COFEPRIS, en el deber ser Innovamédica debería haber contemplado este punto desde el inicio, por lo que, para el 2009 que fue el año que se tomó en consideración este registro fue necesario re trabajar y rehacer muchos de las pruebas que ya se habían hecho pero, por falta de la certificación de gestión de calidad COFEPRIS no las considero validas, esto originó retrasos en el desarrollo de la tecnología. Actualmente se siguen haciendo pruebas en pacientes, COFEPRIS pide por lo menos 15 casos clínicos exitosos por lo cual se espera que para el segundo semestre de 2015 se tengan la totalidad de los casos y poder empezar la transferencia de tecnología a la producción para su posterior comercialización. El esquema 16 resume el proceso de innovación del VAD.

Esquema 16. Proceso de Innovación del VAD.

Proceso de Innovación del VAD			
	Etapa	Año	Descripción
Registro sanitario	Generación de ideas	1992 a 2002	Dr. Moisés Calderón genero la idea
	Diseños conceptuales	2002	Diseño de válvulas
			Diseño del saco
			Diseño de cánulas
			Diseño de los sacos
			Diseño de la UNIT
			Diseño y desarrollo del Moglub
	Pruebas de concepto	2002-2004	Primeros diseños de válvulas bivalvas
		2004-2005	Primeros diseños de válvulas trivalvas
			Simulaciones en moglub
	Generación de prototipos	2005	Primer prototipos de silicón
	Pruebas:		
	Pruebas invitro	2005	Pruebas invitro con moglub de la válvula de silicón
	Pruebas invivo	2006	Pruebas invivo en 20 cerdos (UAM-I)
	Pruebas de biocompatibilidad	2006-2007	Pruebas de biocompatibilidad, de eficacia y eléctricas
	Pruebas eléctricas		
		2007-2008	Pruebas de eficacia en la consola y el UNIT
		2007-2008	Pruebas invivo en corderos (Texas Heart Institute)
		2008-2009	Validación del Texas Heart Institute
		2009-2010	Transferencia de conocimiento de Innovamédica a Vitalmex
	Pruebas clínicas	2011-2015	Pruebas en pacientes
	Transferencia de tecnología a la producción	2015 (Tentativamente)	Se espera transferir a la producción en el 2° semestre de 2015

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa.

5.11 Problemas derivados del Diseño y Desarrollo del proyecto

Hubo diferentes problemas (en términos científicos, tecnológicos y legales) asociados directamente con la altura inventiva que tiene el desarrollo del VAD, ya que, ni en el momento de desarrollar el VAD (2000) ni en la actualidad existe un Dispositivo de Asistencia Ventricular mexicano y que cumpla las características que tiene el VAD.

Los principales problemas surgidos del desarrollo del proyecto del VAD fueron:

1. Al momento de desarrollar la idea inicial del proyecto, existieron muchos problemas asociados a la recolección de conocimiento aplicado en el desarrollo de dispositivos ventriculares con características similares al proyecto del VAD, que serviría como punto de partida para el desarrollo proyecto.

Este problema se solucionó con:

- La creatividad puesta en marcha de los empleados de Innovamédica para crear nuevo conocimiento.
- Con la capacitación constante que se tomaba en Innovamédica.
- La mezcla de conocimiento existente para desarrollarlo.
- El apoyo de los investigadores de la UAM-I.

2. Expectativas no realistas. La planeación del desarrollo estaba contemplada en un principio a 5 años lo cual fue poco realista para la cantidad de actividades que se tenían que desarrollar.

Este problema se solucionó por medio de:

- La flexibilidad que manejaba Innovamédica en su planeación, procesos y procedimientos para desarrollar I&D. Dicha flexibilidad fue inculcada por la UAM-I.
- La tolerancia de Vitalmex para postergar la obtención de los resultados del desarrollo del proyecto.

3. Falta de técnicas y/o metodologías para la gestión de proyectos tecnológicos.

Este punto se solucionó por medio de:

- La contratación de personal experto que permitiera desarrollar las mejores prácticas y métodos para la gestión de proyectos tecnológicos.
- El constante aprendizaje que se daba dentro de Innovamédica (ensayo y error) para buscar las mejores técnicas y procedimientos que apoyaran a la gestión de proyectos tecnológicos.

4. Problemas asociados con la idiosincrasia falta mexicana con respecto a los materiales utilizados para el VAD (silicón).

Durante los 90 existía la creencia equivocada de que los productos a base de silicona en contacto con el cuerpo humano producían cáncer. Esta afirmación se intensificó cuando la Oficina de Alimentos y Medicinas de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) en 1998 que había detectado 60 casos de cáncer de mama en mujeres que tenían implantes mamarios de solución de silicón. Posterior a la noticia los materiales de silicona fueron probados exhaustivamente en estudios de laboratorio para verificar si causan o no cáncer. Algunos de estos estudios fueron realizados por el Grupo Español de Investigación en Cáncer de mama (GEICAM) y el Centro de Cáncer de Texas, E.U. Esos estudios verificaron que los materiales de silicona no causan cáncer en seres humanos.

Lamentablemente el problema ya estaba difundida, y mientras se clarificó si era verdad o no la noticia, la mayoría de la población empezó a rechazar cualquier producto que estuviera hecho a base de silicón, incluso los propios proveedores. Lo anterior se convirtió en un gran problema, pues, obstaculizaba el desarrollo del proyecto al no poder encontrar proveedores que quisieran siquiera producir los prototipos del VAD.

Este problema se resolvió buscando otras alternativas de proveedores, lo cual forzó a Innovamédica a acercarse a proveedores estadounidenses. Gracias a la insistencia y la firma de cartas de responsabilidades, Innovamédica por fin logro desarrollar sus prototipos con GE, General Electric (empresa proveedora de la materia prima de la firma antes mencionada).

5. Problemas asociados al recurso humano carente de expertise y experiencia para desarrollar productos innovadores.

Este problema se resolvió mediante el continuo desarrollo académico de los empleados de Innovamédica en paralelo con el desarrollo de proyectos. Cabe mencionar que los empleados de Innovamédica provenían, o bien de Vitalmex¹⁸ o de la UAM-I¹⁹.

La única manera obtener experiencia es mediante la práctica, por lo cual fue necesario años de diseño y desarrollo del VAD que le permitieran tener a los empleados de Innovamédica la experiencia necesaria para ir desarrollando innovación con calidad y consistencia.

6. Problemas para poder tener acceso a los hospitales para realizar las pruebas clínicas.

Derivado del problema de la idea errónea de que los productos de solución de silicón causaban cáncer los hospitales no consintieron la realización de pruebas clínicas a los pacientes para evitar problemas derivados del uso del VAD.

La forma en cómo se resolvió este problema fue mediante la búsqueda de opciones de hospitales que les permitiera realizar las pruebas clínicas, el hospital que lo ha permitido esto está ubicado en Monterrey (por cuestiones de confidencialidad no se expone el nombre de dicho hospital).

7. Normatividad laxa mexicana (COFEPRIS).

Derivado que México no diseña ni desarrolla dispositivos médicos de soporte de vida (como es el caso del VAD) no existía la necesidad de generar una normativa que regulara esto. Por tanto, al momento de escalonar el producto a la planta y considerar la normativa mexicana existían muchos problemas sobre cuáles eran las obligaciones y los requisitos necesarios para poder comercializar el VAD en México.

¹⁸ La empresa Vitalmex incorporó aproximadamente 10 personas (por cuestiones de privacidad no se explicitan los nombres) a Innovamédica entre ellos, ingenieros y diseñadores industriales para apoyar el proceso de innovación y para capacitarse.

¹⁹ La UAM-I incorporó de 10 a 15 estudiantes (que con el pasar de tiempo se volvieron ingenieros, maestros o doctores) de diferentes niveles educativos para apoyar el proceso de innovación. Dichos estudiantes entraban para realizar su servicio social o para realizar tesis asociadas al desarrollo.

Este problema se solucionó cuando el gobierno mexicano decide tomar como referencia la normativa de la Oficina de Alimentos y Medicinas de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) para regular las acciones de Vitalmex.

El path dependence de Vitalmex y la UAM-I dictaminaron en gran medida la forma en cómo se desarrolló su vinculación, los mecanismos que crearon para poder llevar a cabo su relación y todo lo que ello implicó, entre ellos se encuentran; la creación de Innovamedica que fungió como mecanismo de vinculación entre la universidad y la empresa, los obstáculos que tuvieron que enfrentar durante el proceso de diseño y desarrollo del VAD y los beneficios que obtuvieron por mantenerse relacionados.

En este sentido, un beneficio en específico que obtuvo Vitalmex por generar y sostener la relación con la UAM-I fue el desarrollo de sus capacidades tecnológicas. Sumado a esto la UAM-I también obtuvo beneficios de dicha colaboración, el siguiente capítulo estudiara lo anterior a detalle.

Capítulo 6

Acumulación de capacidades en Vitalmex y papel de la vinculación universidad-empresa

En este capítulo se analiza el proceso de la generación y desarrollo de las capacidades tecnológicas de la empresa Vitalmex. Se describen las diferentes etapas a lo largo de la trayectoria que ha descrito, desde su origen como comercializadora hasta la etapa actual, en la que produce, y realiza I&D. El análisis es presentado esquemáticamente con ayuda de la matriz de capacidades operativas y tecnológicas creado por Bell & Pavitt.

Cabe mencionar que dicho desarrollo se ve influenciado por la relación que se mantuvo con la UAM-I.

A su vez se muestra los beneficios que se han obtenido gracias a la relación tanto para la UAM-I como para Vitalmex (en términos de aprendizaje, generación de conocimiento y desarrollo de capacidades, entre otros), cuáles fueron los canales que utilizaron para vincularse y por último los factores de éxito que potencializaron la VUE y las barreras u obstáculos que necesitaron superar Vitalmex y la UAM-I para mantener su relación.

El capítulo se divide en cuatro grandes periodos en función de la construcción y desarrollo de capacidades tecnológicas. Los periodos están comprendidos en: de 1976 a 1982, de 1983 a 1999, de 2000 a 2009 y de 2010 a 2014. Cada periodo ilustra el desarrollo de las capacidades tecnológicas de la empresa, con este análisis se busca poder ilustrar el papel que juega la Vinculación Universidad-Empresa en el desarrollo de capacidades tecnológicas dentro de la empresa Vitalmex. Cabe mencionar que el proyecto del VAD sirve para ejemplificar el desarrollo de capacidades que ha tenido la empresa.

6.1 Etapa 1 (1976-1980): De representante de marcas a la comercialización de equipo médico (construcción de capacidades operativas básicas)

La empresa Vitalmex S.A. de C.V. inicio sus operaciones el 13 de Marzo de 1976 con su fundador, el ingeniero Jaime Cervantes. Nace para atender necesidades del mercado en el sector salud, en un principio se dedicaba a la representación de marcas. En 1978 la empresa incursiona en la comercialización de equipo de hemodiálisis. Durante este periodo la empresa llega a generar capacidades operativas básicas.

Con el paso de los años la empresa fue mejorando su eficiencia a partir de experiencias existentes. Para 1980, gracias a la operativización rutinarias de sus actividades y mantenimiento básico de sus instalaciones Vitalmex tuvo las capacidades necesarias para empezar a fabricar insumos e instrumentos médicos básicos, a su vez también contó con la facultad de producir equipo de diálisis peritoneal.

Sus principales clientes eran el Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

En este periodo, la empresa tenía la expertise necesaria para fabricar dispositivos médicos relativamente sencillos. Un problema que tuvo que superar Vitalmex para lograr lo anterior fue la búsqueda y selección de los insumos necesarios para su operación, estos insumos otorgados por los proveedores existentes tenían que tener una certificación ante COFEPRIS.

Para 1981 el fundador de Vitalmex, el Ing. Cervantes decide fundar Instrument México, compañía destinada a la fabricación de productos médicos, la tecnología que se utilizaba era exportada de Estados Unidos dado que no existía oferta interna de este tipo de tecnología.

Vitalmex contaba con las siguientes áreas: mercadotecnia, finanzas, producción y recursos humanos. En este año (1981) Vitalmex todavía no contaba con un área de I&D, lo anterior obstaculizó el desarrollo de las capacidades operativas con las que contaba Vitalmex en ese entonces.

La manera en cómo iba aprendiendo la empresa se daba de forma empírica. Es decir, sin ningún procedimiento y/o metodología formal, aprendían haciendo y usando, mejor conocidos como *learning by doing* y *learning by using*.

Las características de esta etapa en función al desarrollo de capacidades se ilustran en el esquema 17

Esquema 17. Matriz de capacidades operativas básicas de Vitalmex.

Niveles de Capacidades tecnológicas	Funciones Técnicas Primarias				Funciones Técnicas de soporte	
	Inversión		Producción			
	Toma de decisiones de control	Preparación y ejecución de proyectos	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas 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	Centralizada en el Ing. Jaime Cervantes para estimar la inversión.	Construcción de Vitalmex e Instrumed México (fábrica de productos médicos).		Representante de marcas. Comercialización de: 1. Insumos e instrumentos médicos. 2. Insumos e instrumentos de hemodiálisis.	Búsqueda de insumos disponibles de proveedores existentes certificados ante COFEPRIS.	

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la empresa y Bell & Pavitt, 1995.

Como ya se mencionó en el capítulo II del presente trabajo, las funciones técnicas primarias de la empresa dentro de las cuales se presenta la acumulación de capacidades tecnológicas se derivan de dos grupos de actividades:

a. Inversión

Capacidades centradas en la toma de decisiones de control y en la preparación y ejecución de proyectos.

La toma de decisiones para la estimación de inversión está dada en esta etapa de forma centralizada, ya que el único decisor es el Ing. Jaime Cervantes, fundador y dueño de la empresa Vitalmex. A su vez, la preparación y ejecución de proyectos en esta etapa da origen a la construcción de la obras civiles Instrumed México (fábrica de productos médicos creada en 1981) construida en el D.F. con una importante participación del recurso humano mexicano en acondicionamiento del terreno.

b. Producción

Capacidades centradas en los procesos, en la organización de la producción y en el producto.

La empresa Vitalmex después de ser representante de marcas, en 1978 se inicia como comercializadora de insumos e instrumentos médicos así como insumos e instrumentos de hemodiálisis. Para 1980 la empresa cuenta con la suficiente pericia y expertise para empezar a producir los productos antes mencionados.

A su vez las funciones técnicas de soporte contemplan dos grandes grupos de actividades los cuales son:

a. Vinculación externa

Capacidades en la vinculación universidad-empresa y en la vinculación con clientes, proveedores y otros agentes. La empresa desarrolla eficientes vínculos con los proveedores en un primer momento de los productos que compraba para su posterior venta (porque solo se dedicaba a la comercialización). Para 1980, Vitalmex es capaz de generar vínculos con aquellos proveedores que estuvieran certificados ante COFEPRIS que le allegaran de los insumos necesarios para la producción de insumos e instrumentos médicos y de hemodiálisis.

En términos de vinculación universidad-empresa Vitalmex solo se vinculaba con la universidad por medio de la contratación de profesionistas que provenían de la Universidad.

b. Producción de bienes de capital

Capacidad en la producción de bienes de capital.

Durante este periodo la empresa Vitalmex no contaba con la capacidad para replicar maquinaria y equipo por lo cual obtenía la tecnología de forma externa, sin embargo, al momento de crear Insturmed México que es la fábrica de productos médicos fue necesario hacer ciertas adaptaciones en la planta y el equipo. A esta función se le puede considerar como capacidad operativa básica. La información obtenida en el trabajo de campo en conjunción con la teoría aporta evidencia donde se aprecia que la empresa Vitalmex empezó y desarrollo capacidades operativas básicas (capacidad para usar y operar la tecnología existente) en un periodo comprendido de 1976 a 1982.

La empresa inicia sus operaciones como representante de marcas, posteriormente incursiono como comercializadora, por lo cual en su momento la excluía de tener y desarrollar capacidades para generar y administrar el cambio técnico. Sin embargo, esta actividad le permitió aprender y desarrollar capacidades para poder empezar a producir productos médicos propios.

6.2 Etapa II (1983-1999): Del Posicionamiento en el mercado con la distribución a la producción de equipo médico (Hacia la construcción de capacidades tecnológicas básicas).

El periodo comprendido de 1983 hasta 1999 es la etapa que contempla la construcción de capacidades operativas básicas de la empresa Vitalmex hasta convertirse en capacidades tecnológicas básicas. Las características de esta etapa en función al desarrollo de capacidades se exponen en el esquema 18.

Esquema 18. Matriz de capacidades tecnológicas básicas de Vitalmex.

Niveles de Capacidades tecnológicas	Funciones Técnicas Primarias				Funciones Técnicas de soporte	
	Inversión		Producción			
	Toma de decisiones de control	Preparación y ejecución de proyectos	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Producción de bienes de capital
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas básicas	Monitoreo activo y control. Selección de tecnología-proveedores. Programación de actividades.	Estudios de factibilidad. Búsqueda de equipo estándar. Ingeniería básica.	Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas y eliminación de fallas. Mejoras del layout, programación y mantenimiento. Adaptaciones menores. Creación de Aqua Medika.	Adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto. Desarrollo de servicios integrales y del oxigenador de burbujas. Concepción del proyecto VAD.	Intercambio tecnológico con Medigrant. Participación en exposiciones internacionales de equipos médicos. Alianza estratégica con Cobe México. Contratación de profesionales.	Copia de nuevos tipos de planta y maquinaria. Adaptación simple de diseños y especificaciones ya existentes.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la empresa y Bell & Pavitt, 1995.

Las funciones técnicas primarias de la empresa dentro de las cuales se presenta la acumulación de capacidades tecnológicas se derivan de dos grupos de actividades:

a. Inversión

Capacidades centradas en la toma de decisiones de control y en la preparación y ejecución de proyectos.

Durante esta etapa Vitalmex lleva a cabo un monitoreo activo y control de estudios de factibilidad. Por medio de la participación de la empresa Vitalmex en diversas exposiciones internacionales de equipos médicos (la cual destaca la exposición en Dusseldorf en Alemania dada en 1991), se logra seleccionar tecnología y proveedores de frontera, lo anterior apoya a la empresa a allegarse de conocimiento y tecnología de punta por lo cual pudo potencializar sus capacidades internas.

Gracias a los estudios de factibilidad, se realiza una búsqueda de equipos para empezar a desarrollar ingeniería básica, en específico se desarrolla el proyecto del oxigenador de burbujas que posteriormente se empieza a producir en 1990, gracias a la colaboración de la empresa rusa Medigrant.

a. Producción

Capacidades centradas en los procesos, en la organización de la producción y en el producto.

Vitalmex empieza a designar grupos de trabajo con el objetivo de hacer pruebas y minimizar los errores dentro de la empresa. Con la creación de los "servicios integrales" (ofrecimiento de un conjunto de equipos médicos, infraestructura necesaria para cirugía (tanto construcción como adecuación), accesorios compatibles, distribución y abasto oportuno y permanente de insumos médicos de forma personalizada, es decir, en función de las necesidades del cliente) la empresa tuvo la capacidad de poner a la disposición los productos y/o servicios médicos que realmente necesitaban los clientes y no solo eso, también otorgaba mantenimiento programado a los equipos médicos que ofertaba.

Desde un principio las proyecciones que tenía Vitalmex eran de crecimiento, lo cual lo pudo materializar en 1981 con la creación de Insturmed México y posteriormente en 1998 con la creación de Aqua Medika que fungiría como proveedora de insumos para Vitalmex e Insturmed México.

En torno a las capacidades centradas en el producto Vitalmex genero una serie de adaptaciones aunque menores gracias a que pudo percibir las necesidades del mercado. En este sentido, la empresa rebasó su línea de productos ofrecida en ese momento, pasando de ofrecer insumos e instrumentos médicos y de hemodiálisis a equipos médicos y de hemodiálisis, no dejando de lado la calidad en todo lo que ofrecía.

Cabe mencionar que aunque la empresa Vitalmex no contaba con un laboratorio de I&D estas actividades no le eran indiferentes ya que intentaba por su cuenta generar innovación, esta se puede ver materializada en diversos proyectos, uno de ellos es el diseño y desarrollo del oxigenador de burbujas (1990), la generación de la idea del proyecto del Dispositivo de Asistencia Ventricular, mejor conocido como VAD (1992) y la generación de los "servicios integrales" en 1994, los cuales ya se describieron con antelación. Estos esfuerzos tecnológicos le otorgaron a Vitalmex desarrollar aprendizaje, conocimiento y la capacidad necesaria para poder generar y administrar el cambio técnico. Estas funciones pueden ser colocadas dentro de las capacidades tecnológicas básicas.

Las funciones técnicas de soporte contemplan dos grandes grupos de actividades los cuales son:

a. Vinculación externa

Capacidades en la vinculación universidad-empresa y en la vinculación con clientes, proveedores y otros agentes.

En el periodo comprendido de 1983 a 1999 la empresa Vitalmex dio un impulso significativo a las actividades de vinculación. Esto se puede observar desde el año 1990, con la celebración del contrato de intercambio tecnológico con la empresa rusa Medigrant para la venta del oxigenador de burbujas, la participación de exposiciones internacionales de equipos médicos y la concepción de alianzas estratégicas con Cobe de México en 1994. El desarrollo de la empresa en términos de línea de productos/servicios, en desarrollo tecnológico, en acumulación de aprendizaje y conocimiento también afecto el tamaño de la empresa, por lo cual se siguió contratando recurso humano con un nivel académico nivel superior (IES), por lo cual se seguía manteniendo este vínculo con la universidad. Por todo lo anterior se puede argumentar que el desarrollo de capacidades de Vitalmex cae en el rubro de capacidades tecnológicas básicas.

a. Producción de bienes de capital

Capacidad en la producción de bienes de capital.

La copia de nuevos modelos en la planta y maquinaria se fue generando en Vitalmex gracias a la interacción que tuvo con el mercado internacional, por lo cual, la creación de Aqua Medika estuvo diseñada bajo estándares internacionales en términos de la planta, maquinaria y equipo implantado en la empresa, contemplando por supuesto, las adaptaciones y especificaciones pertinentes.

Se puede afirmar que la empresa Vitalmex inicio esta etapa con capacidades operativas básicas, sin embargo, con el pasar del tiempo desarrolló las capacidades necesarias para generar y administrar el cambio técnico, aunque a nivel básico.

6.3 Etapa III (2000-2009): De la individualidad a la generación de la Vinculación universidad-empresa (construcción de capacidades tecnológicas intermedias).

El periodo comprendido de 2000 hasta 2009 es la etapa que contempla el desarrollo de capacidades tecnológicas básicas a capacidades tecnológicas intermedias de la empresa. En esta etapa, en el desarrollo de capacidades tecnológicas de Vitalmex, tiene un papel fundamental la vinculación con la universidad. En otras palabras, aunque la empresa Vitalmex si desarrolló conocimientos y capacidades de forma interna y aislada, estas fueron menores. Desde el momento en que externalizó sus esfuerzos y los cedió a Innovamédica, la gestación y desarrollo de conocimientos y capacidades aumentaron considerablemente. Se considera oportuno estudiar las capacidades de Innovamédica (en vez de Vitalmex) en este periodo. Las características de esta etapa en función al desarrollo de capacidades se esquematizan en el esquema 19.

Esquema 19. Matriz de capacidades tecnológicas intermedias de Vitalmex.

Niveles de Capacidades tecnológicas	Funciones Técnicas Primarias				Funciones Técnicas de soporte	
	Inversión		Producción			
	Toma de decisiones de control	Preparación y ejecución de proyectos	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Producción de bienes de capital
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas intermedias	Búsqueda, evaluación y selección de tecnología-proveedores. Negociación con proveedores. Administración del proyecto completo.	Ingeniería de detalle. Adquisición de equipo. Estudios del medio ambiente. Admón. y seguimiento de proyectos. Designación del grupo de trabajo. Capacitación y reclutamiento. Puesta en marcha de Servicios integrales en Quirófano (cardiología y trasplantes), Hemodinámica e Imagenología y Hemodiálisis.	Introducción de cambios organizacionales. Cambio de estructura de organización vertical a matricial.	Ingeniería de reversa en VAD. Diseño incremental del VAD.	Transferencia de conocimiento para incrementar eficiencia, calidad y abastecimiento local. Incremento en la eficiencia y calidad. Certificación del Sistema de gestión de la calidad- Requisito-ISO 9001:2000 en Vitalmex y posteriormente en Innovamédica.	Diseño original de planta para producción de dispositivos médicos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la empresa y Bell & Pavitt, 1995.

Las funciones técnicas primarias de la empresa dentro de las cuales se presenta la acumulación de capacidades tecnológicas se derivan de dos grupos de actividades:

a. Inversión

Capacidades centradas en la toma de decisiones de control y en la preparación y ejecución de proyectos. El componente que más caracteriza esta etapa es la transferencia del esfuerzo científico, tecnológico e innovativo de Vitalmex a Innovamédica.

Innovamédica nace en Octubre de 2000 gracias a Vitalmex y la UAM-I, es una empresa dedicada al desarrollo de nuevas tecnologías en la industria médica, por lo cual lo primero que hizo al iniciar sus operaciones fue la búsqueda, evaluación y selección de

tecnología/proveedores existentes y desde un principio la empresa gestionaba el diseño y desarrollo de los proyectos tecnológicos de forma completa.

Lo primero que hacía Innovamédica antes de diseñar y desarrollar cualquier proyecto era un estudio de factibilidad para vislumbrar el panorama, de hacia donde se tenía que llevar el desarrollo de los proyectos, para después hacer un modelo de negocio y, posteriormente empezar con la I&D del proyecto.

Innovamédica desarrollo alrededor de 12 proyectos a lo largo de su vida. Como ya se ha mencionado anteriormente, se ha escogido el proyecto del Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD), para ilustrar los efectos de la vinculación en el desarrollo de capacidades tecnológicas en Vitalmex.

Como se describió en otro apartado de este trabajo, cada proyecto tenía designado a un grupo de trabajo; para el caso del VAD el grupo de trabajo estuvo integrado por 5 personas, incluyendo un líder de proyecto, y 4 colaboradores.

El VAD nace a partir de una patente vencida de 1968, se hizo ingeniería a detalle y se pudo obtener el diseño y desarrollo de la tecnología.

En 2003 Innovamédica celebra un contrato con una de las cinco empresas más grandes de equipo médico a nivel internacional, Tyco health care, empresa que proveería de los insumos necesarios para el desarrollo de los proyectos dentro de la empresa.

Conforme fue avanzando el proceso de innovación del VAD fue necesario que el recurso humano destinado a este proyecto se capacitara por lo que se contó de una serie de talleres, congresos y cursos de capacitación de dispositivos médicos impartidos en E.U. Por su lado, Vitalmex puso en marcha los servicios integrales ampliando su línea de negocios a cardiología (de ahí la demanda de la empresa para crear el VAD) quirófano e Imagenología.

Vitalmex se concentró en lo que ya sabía hacer y, durante este periodo solo se focalizó a perfeccionar estas capacidades, mientras tanto, Innovamédica se esforzó por desarrollar capacidades tecnológicas intermedias.

b. Producción

Capacidades centradas en los procesos, en la organización de la producción y en el producto.

En términos de capacidades centradas a los procesos, Innovamédica concentro más sus esfuerzos en la I&D, sin embargo, no dejó de lado el escalamiento tecnológico, contemplando la maquinaria que se necesitaría para producir a escala el VAD, todo lo anterior se quedó a nivel de planeación, que, posteriormente Vitalmex tomaría en cuenta para hacer la transferencia de tecnología a producción en la última etapa del presente estudio.

Las necesidades del desarrollo de proyectos hicieron que Innovamédica cambiara su estructura organizacional de vertical a matricial para llevar la realización de actividades de una forma más eficiente.

En términos de las capacidades centradas en el producto se realizó ingeniería de reversa en los VAD existentes en el mercado con el fin de encontrar e identificar oportunidades tecnológicas que proveyeran al VAD con un componente novedoso e innovador.

Todo lo anterior ubica el desarrollo de capacidades de esta etapa en el nivel de capacidades tecnológicas intermedias.

Las funciones técnicas de soporte contemplan dos grandes grupos de actividades los cuales son:

a. Vinculación externa

Capacidades en la vinculación universidad-empresa y en la vinculación con clientes, proveedores y otros agentes.

La realización de innumerables pruebas (tanto in-vitro, in-vivo como clínicas) generó la necesidad de Innovamédica para potencializar la capacidad para poderse relacionar con otras instituciones, dicho lo anterior Innovamédica se vinculó con siete diferentes hospitales los cuales son: el Instituto de Cardiología, el Hospital de la Raza, El Hospital Juárez, el ABC (de observatorio), Medical Sur, el Hospital los Ángeles (del pedregal) y el Hospital Español.

Aunado a lo anterior se generó la relación con el Institute Texas Heart con la finalidad de generar pruebas in-vivo en animales y poder validarlas por la misma institución.

Todo lo anterior no fue lo único que realizó Innovamédica en términos de vinculación, mantuvo una relación muy estrecha con las instituciones cofundadoras de Innovamédica, las cuales son: Vitalmex y la UAM-I.

En el 2009 se realiza una transferencia de conocimiento (transferencia de la capacidad para usar, saber, recrear y mejorar la tecnología otorgada materializada en recurso humano, manuales, prototipos, bosquejos, informes técnicos, bitácoras, casos de uso, etc.) a Vitalmex con la finalidad de que esta última terminara de desarrollar el VAD, esto apoyó a que Vitalmex incrementara eficiencia, calidad y abastecimiento local.

b. Producción de bienes de capital

Capacidad en la producción de bienes de capital.

Innovamédica en esta función técnica genera un diseño original de planta (sostenido en planos para su posterior desarrollo) de cómo debe de ser la planta que soportara la producción del VAD, como el VAD es un dispositivo de soporte de vida se necesita obtener un registro sanitario ante COFEPRIS por lo cual es de vital importancia considerar todos los requisitos que demanda COFEPRIS para poder comercializar el VAD una vez que se concluyan todas las pruebas del desarrollo del VAD.

En este periodo Vitalmex tiene la facultad de desarrollar nuevos sistemas de producción, capacidad que explota en la creación del grupo Vitalmex (2001) que contempla la fundación de Vitalmex Internacional (2001) ubicada en zona de hospitales, D. F., Medika Humana (2005) ubicada en Vallejo D. F., Medika Vital (2005) ubicada en Tlalpan D. F. y la planta (2007) ubicada en el pedregal, D. F. creada con la finalidad de producir ahí el VAD para su posterior comercialización. Durante este periodo Vitalmex externaliza sus esfuerzos en generar I&D propia cediéndolos a Innovamédica, esta última al ser una empresa que tenía como actividad principal la investigación y desarrollo de tecnología por lo cual potencializa y detona las capacidades con las que Vitalmex ya contaba en un principio, prepara y/o capacita a los empleados de Vitalmex, genera investigación y desarrollo de frontera por medio del desarrollo de un proyecto disruptivo. Para 2009 Innovamédica transfiere todo el conocimiento generado del desarrollo del VAD haciendo con esto que la empresa Vitalmex de un salto en el desarrollo de sus capacidades, pasando de tener capacidades tecnológicas básicas a capacidades tecnológicas avanzadas, esto hace que Vitalmex tenga las capacidades necesarias para administrar

el cambio técnico en un nivel avanzado, dicho desarrollo de capacidades tecnológicas se ilustra en el siguiente apartado.

6.4 Etapa IV (2010- presente): El desarrollo de la VUE (Hacia la construcción de capacidades tecnológicas avanzadas).

El periodo comprendido de 2010 a la fecha es la etapa que contempla el desarrollo de capacidades tecnológicas intermedias de la empresa Vitalmex hasta convertirse en capacidades tecnológicas avanzadas. Las capacidades desarrolladas en Vitalmex en este periodo se deben en mayor medida a la interacción que tuvo la empresa con la UAM-I por medio de la creación de Innovamédica, para efectos de este trabajo Innovamédica se le dará tratamiento como una OTT creada y gestionada por Vitalmex y la UAM-I de forma equitativa y paralela.

Las características de esta etapa en función al desarrollo de capacidades se ilustran en el esquema 20.

Esquema 20. Matriz de capacidades tecnológicas avanzadas de Vitalmex.

Niveles de Capacidades tecnológicas	Funciones Técnicas Primarias				Funciones Técnicas de soporte	
	Inversión		Producción			
	Toma de decisiones de control	Preparación y ejecución de proyectos	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Producción de bienes de capital
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas avanzadas	Presentación de la nueva identidad visual de Grupo Vitalmex para el desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes.	Transferencia de conocimiento de Innovamédica a Vitalmex para desarrollar I&D.	Innovación de procesos e I&D relacionada.	Innovación radical del VAD gracias a sus 4 funciones: puente de trasplante, terapia destino , terapia de recuperación y apoyo durante la cirugía cardiaca	Vinculación con Hospital de cardiología UNAM, IPN.	Se crea el área de innovación en Vitalmex.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de la empresa y Bell & Pavitt, 1995.

Las funciones técnicas primarias de la empresa dentro de las cuales se presenta la acumulación de capacidades tecnológicas se derivan de dos grupos de actividades:

a. Inversión

Capacidades centradas en la toma de decisiones de control y en la preparación y ejecución de proyectos. Gracias a la transformación radical que tuvo Vitalmex en la última década, no solo por convertirse en un grupo y crear un conjunto de empresas que le permitía desarrollar aprendizaje y capacidades, sino por la transferencia de conocimiento otorgada por Innovamédica en 2009, Vitalmex tiene la capacidad de desarrollar nuevos sistemas de producción con todo y sus componentes, es por ello por lo que en 2012 la empresa presenta la nueva identidad visual del grupo Vitalmex. Aunado a lo anterior, la empresa tiene la capacidad de desarrollar la tecnología del proyecto del VAD. Dado lo anterior la empresa en este periodo de tiempo está desarrollando capacidades tecnológicas avanzadas, las cuales en un futuro pueden dar paso a capacidades innovativas.

b. Producción

Capacidades centradas en los procesos, en la organización de la producción y en el producto.

El proyecto del VAD es figurada como una innovación radical (por las cuatro funciones que otorga, las cuales son puente de trasplante, terapia destinó, terapia de recuperación y apoyo durante la cirugía cardíaca que hoy por hoy no existe ningún producto que cumpla con estas) por lo que es necesario generar protocolos y metodologías necesarias para escalar el producto (una vez que se obtenga el registro sanitario) a la planta y empezar a producirlo para su posterior comercialización, lo anterior se está llevando a cabo y se espera que pueda llegar al mercado nacional en el segundo semestre del 2015.

Las funciones técnicas de soporte contemplan dos grandes grupos de actividades los cuales son:

a. Vinculación externa

Capacidades en la vinculación universidad-empresa y en la vinculación con clientes, proveedores y otros agentes.

Actualmente Vitalmex mantiene colaboración en el desarrollo del VAD con el IPN y la UNAM para apoyar en el cumplimiento de pruebas que faltan del proyecto tecnológico y se está gestando una relación con una empresa E.U. (por cuestiones de confidencialidad no se dará a conocer el nombre de esta empresa) que apoye a escalonar el proyecto a la planta.

a. Producción de bienes de capital

Capacidad en la producción de bienes de capital.

Toda la tecnología y equipo necesario para producir el VAD se está desarrollando de forma interna para su posterior implantación en la planta creada por el grupo Vitalmex en 2006.

Una consecuencia importante a resaltar en el presente estudio es la creación del área de Innovación dentro de la empresa Vitalmex, esto se da por consecuencia de la transferencia de conocimiento que otorga Innovamédica a Vitalmex y para poder recibirla y darle seguimiento es necesario generar esta área, por lo cual en 2010 se crea el área de Innovación dentro del grupo Vitalmex, otorgándole el desarrollo de capacidades tecnológicas.

El desarrollo de capacidades tecnológicas que ha tenido el grupo Vitalmex en la última década ha sido acelerada por la vinculación que se dio con la UAM-I en los 2000, en términos comparativos el grupo Vitalmex dio un brinco de capacidades tecnológicas básicas a avanzadas en tan solo 10 años, cosa que no logro hacer en el periodo comprendido de 1976 (fundación de la empresa) al 2000 cuando no tenía una relación formal con ninguna universidad.

Actualmente el grupo Vitalmex cuenta con cinco líneas de negocio las cuales son: Alta especialidad (Hemodinámica, Cirugía Cardiovascular y trasplantes), Quirúrgica General, Nefrología, Imagenología, y Rehabilitación

El esquema 21 muestra un resumen de las capacidades tecnológicas que adquirió Vitalmex de 1976 al presente.

Esquema 21. Matriz compilada de capacidades tecnológicas de Vitalmex.

Niveles de Capacidades tecnológicas	Funciones Técnicas Primarias					F
	Inversión		Producción			
	Toma de decisiones de control	Preparación y ejecución de proyectos	Centradas en los procesos y en la organización de la producción	Centradas en el producto	Vinculación	
Capacidades de producción rutinarias: capacidades para usar y operar la tecnología existente						
Capacidades operativas básicas	Centralizada en el Ing. Jaime Cervantes para estimar la inversión.	Construcción de Vitalmex e Instrumed México (fábrica de productos médicos).		Representante de marcas. Comercialización de: 1. Insumos e instrumentos médicos. 2. Insumos e instrumentos de hemodiálisis.	Búsqueda de insumos de proveedores certificados ante	
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas básicas	Monitoreo activo y control. Selección de tecnología-proveedores. Programación de actividades.	Estudios de factibilidad. Búsqueda de equipo estándar. Ingeniería básica.	Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas y eliminación de fallas. Mejoras del layout, programación y mantenimiento. Adaptaciones menores. Creación de Aqua Medika.	Adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto. Desarrollo de servicios integrales y del oxigenador de burbujas. Concepción del proyecto VAD.	Intercambio tecnológico con Medigra Participación en congresos internacionales médicos Alianza estratégica con el gobierno de México Contratación de personal	
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas intermedias	Búsqueda, evaluación y selección de tecnología-proveedores. Negociación con proveedores. Administración del proyecto completo.	Ingeniería de detalle. Adquisición de equipo. Estudios del medio ambiente. Admón. y seguimiento de proyectos. Designación del grupo de trabajo. Capacitación y reclutamiento. Puesta en marcha de Servicios integrales en Quirófano (cardiología y trasplantes), Hemodinámica e Imagenología y Hemodiálisis.	Introducción de cambios organizacionales. Cambio de estructura de organización vertical a matricial.	Ingeniería de reversa en VAD. Diseño incremental del VAD.	Transferencia de tecnología de Vitalmex para incrementar la eficiencia, calidad y competitividad local Incremento en la calidad. Certificación de gestión de la calidad ISO 9001:2000 e ISO 13485:2003 posteriormente en	
Capacidades tecnológicas innovativas: capacidades para generar y administrar el cambio técnico						
Capacidades innovativas avanzadas	Presentación de la nueva identidad visual de Grupo Vitalmex para el desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes.	Transferencia de conocimiento de Innovamédica a Vitalmex para desarrollar I&D.	Innovación de procesos e I&D relacionada.	Innovación radical del VAD gracias a sus 4 funciones: puente de trasplante, terapia de destino, terapia de recuperación y apoyo durante la cirugía cardíaca	Vinculación con la cardiología UNAM	

Fuente: Elaboración propia basado en (Bell & Pavitt, *The Development of Technological Capabilities*, 1995).

La empresa Vitalmex S.A. de C.V. inicio sus operaciones el 13 de Marzo de 1976 con el ingeniero Jaime Cervantes nace para atender necesidades del mercado en el sector salud, en un principio se dedicaba a la representación de marcas. En 1978 la empresa incursiona en la comercialización de equipo de hemodiálisis. Durante este periodo la empresa llega a generar capacidades operativas básicas. Con el paso de los años conto con la facultad de producir equipo de diálisis peritoneal. Con apoyo de estudios de factibilidad, se realiza una búsqueda de equipos para empezar a desarrollar ingeniería básica.

Gracias a la vinculación que genera con distintos proveedores y con la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa logra empezar a diseñar y desarrollar diversos proyectos, entre ellos se encuentra el oxigenador de burbujas, el intrubag y por supuesto, el Dispositivo de Asistencia Ventricular (VAD).

Vitalmex logro desarrollar sus capacidades gracias a la interacción que tuvo con los investigadores y diversos estudiantes de la universidad, que por medio de la ingeniería en reversa aprendían la lógica de diversos dispositivos; con ayuda de la interface Innovamédica, la empresa logra crear el área de innovación en sus instalaciones y no solo eso, consigue obtener la certificación de ISO 9000 de la área antes mencionada.

Gracias a la investigación que se dio en forma conjunta entre la universidad y la empresa, Vitalmex logro aprender a diseñar y desarrollar sus propios productos médicos, por lo cual fue abriendo nuevas líneas de negocio, hoy por hoy la empresa cuenta con cinco líneas de negocio las cuales son: Alta especialidad (Hemodinámica, Cirugía Cardiovascular y trasplantes), Quirúrgica General, Nefrología, Imagenología, y Rehabilitación.

6.5 Beneficios derivados de la VUE para Vitalmex y UAM-I

Los beneficios derivados de la VUE para Vitalmex y para la UAM-I van desde el desarrollo de expertise, capacidades, publicaciones, patentes, tesis, desarrollo de recurso humano y estudiantes, prestigio, desarrollo de tecnología, entre otras cosas para ambos actores. Para efectos del presente estudio dichos beneficios se medirán en función de la base de datos obtenida de *google scholar*, a la información obtenida en las entrevistas, la observación directa que se dio en las instalaciones y a documentos proporcionados de ambos actores.

Toda la producción científica y tecnológica se medirá con la productividad académica que ha tenido el Dr. Emilio Sacristán Rock, personaje que representa a la UAM-I en un periodo comprendido de 2000 a 2014, se considera este periodo porque aunque Innovamédica se disuelve legalmente en 2010 todavía se desarrolló y generó mucho conocimiento a posteriori. El desarrollo de recursos humanos se medirá en función a las personas que en su momento laboraron en Innovamédica y luego pasaron a trabajar a Vitalmex llevándose con ellos todo el conocimiento tácito obtenido gracias a Innovamédica.

Cabe mencionar que se excluirá todo aquello que no esté relacionado con el proyecto del VAD. Dicho lo anterior se puede dar paso a ilustrar los beneficios que tuvo cada actor de manera individual. El acervo científico y tecnológico contempla un universo de 89 documentos académicos (los cuales son publicaciones, patentes, tesis y conferencias) obtenido de la base de datos de *google scholar*.

Cuando se disuelve Innovamédica legalmente en 2010 Vitalmex y la UAM-I llegan a un acuerdo el cual argumenta que todo lo desarrollado por Innovamédica que esté relacionado directamente con el VAD pasara a manos de la empresa Vitalmex, mientras que, todo el equipo y desarrollo tecnológico y científico de los demás proyectos quedara a manos de la UAM-I.

Beneficios para Vitalmex gracias a la VUE

Los beneficios que obtuvo la empresa Vitalmex al vincularse son de dos tipos: beneficios directos que en términos generales se refiere al conjunto de conocimiento explícito desarrollado por Innovamédica sobre el proyecto del VAD y los beneficios indirectos, que en términos generales se refiere a todo el conocimiento tácito y experiencia no migrada a un documento o algo físico.

En este contexto, los beneficios directos que obtuvo Vitalmex son:

La producción de 5 patentes las cuales son:

Esquema 22. Producción de patentes de Vitalmex.

No.	Año	Nombre de la patente	Tipo de patente
1	2004	Air pressures-actuated driver for pneumatic ventricular assistance devices	Patente internacional (PCT)
2	2006	Experimental and Computer-Based Performance Analysis of Two Elastomer VAD Valve Designs	Patente Estadounidense (US)
3	2007	Universal pneumatic ventricular assist device	Patente Estadounidense (US)
4	2007	Air pressures-actuated driver for pneumatic ventricular assistance devices	Patente Europea (EP)
5	2007	Universal pneumatic ventricular assisting device	Patente Europea (EP)

Fuente. Elaboración propia a partir de base de datos de google scholar.

La producción de tres publicaciones las cuales son:

Esquema 23. Producción de publicaciones de Vitalmex.

No.	Año	Nombre de la publicación	Nombre de la revista
1	2010	In vivo assessment of hemocompatibility of a ventricular assist device in healthy swine	Arch Cardiol Mex
2	2010	Evaluación de la hemocompatibilidad in vivo (cerdos sanos) de un dispositivo de asistencia ventricular	Archivos de cardiología de México
3	2010	The predictive value of gastric reactance for postoperative morbidity and mortality in cardiac surgery patients	Physiological measurement

Fuente. Elaboración propia a partir de base de datos de google scholar.

La generación de ocho conferencias que posteriormente se transformaron en publicaciones, los cuales son:

Esquema 24. Conferencias de Vitalmex.

No.	Año	Título del tema	Conferencia
1	2003	Development of a universal second generation pneumatic ventricular assist device and drive unit	Engineering in Medicine and Biology Society, 2003. Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE
2	2005	Steady state condition in the measurement of VO 2 and VCO 2 by indirect calorimetry	Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the IEEE
3	2006	Hemodynamic Performance In-Vivo of a New Ventricular Assist Device	Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the IEEE
4	2006	Experimental and Computer-Based Performance Analysis of Two Elastomer VAD Valve Designs	Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the IEEE
5	2006	Structural performance and hydrodynamic resistance of a new silicone auricular cannula tip	Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the IEEE
6	2008	Trileaflet valve hydrodynamic resistance assessment	Engineering in Medicine and Biology Society, 2008. EMBS 2008. 30th Annual International Conference of the IEEE
7	2009	In vivo performance of the innovamedica pneumatic ventricular assist device	International journal of artificial organs
8	2011	In vivo performance evaluation of the innovamedica pneumatic ventricular assist device	Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE

Fuente. Elaboración propia a partir de base de datos de google scholar.

Si bien es cierto que la generación de patentes en primera instancia beneficia completamente a la universidad (por el prestigio, al asesor porque cuenta como producción académica, etc.) el conocimiento generado en ella pasó a manos de Vitalmex para su aplicación en el desarrollo del VAD.

Las tesis generadas son:

Esquema 25. Producción de tesis de Vitalmex.

No.	Año	Nombre de la tesis	Grado académico
1	2006	Degradación y detección de fallas de un VAD realizados 2, 000,000 de ciclos	Licenciatura
2	2006	Evaluación hemodinámica in vivo de un nuevo dispositivo de asistencia ventricular	Maestría
3	2009	Efecto hemolítico de un dispositivo de asistencia ventricular	Maestría
4	2010	Algoritmo para la medición de gasto en consola de un dispositivo auxiliar ventricular (VAD) de bomba neumática.	Maestría

Fuente. Elaboración propia a partir de base de datos de google scholar.

La tabla 15 resume la producción de conocimiento (materializada en patentes, tesis, patentes, publicaciones y conferencias que posteriormente desemboca en una publicación) transferida de Innovamédica a Vitalmex, todo lo anterior está relacionado directamente con el VAD.

Cabe mencionar que estas tesis corresponden a los alumnos que se incorporaron en algún momento a Innovamédica con el propósito de realizar su investigación.

Tabla 15. Resumen de beneficios directos de Vitalmex gracias a la VUE.

No.	Documento académico\Periodo	1998 a 1999	2000 a 2001	2002 a 2003	2004 a 2005	2006 a 2007	2008 a 2009	2010 a 2011	2012 en adelante	Total
1	Patentes	-	-	-	1	4	-	-	-	5
2	Publicaciones	-	-	-	-	-	-	2	1	3
3	Conferencias-Publicaciones	-	-	1	1	3	2	1	-	8
4	Tesis	-	-	-	-	3	-	1	-	4

Fuente. Elaboración propia a partir de base de datos de google scholar.

Nota: las tesis generadas en el periodo de 2006 a 2007 son una de licenciatura, una de maestría y una de doctorado, mientras que la tesis generada en el periodo comprendido de 2010 a 2011 es de nivel académico de maestría.

Otro beneficio que obtuvo la empresa es la creación del área de innovación dada la transferencia de conocimiento en el 2011, con lo cual se detonó una cultura innovadora dentro de la organización.

Aunado a lo anterior, un beneficio directo adicional que se generó fue el desarrollo del recurso humano que actualmente está trabajando en el área de innovación de la empresa.

El siguiente cuadro detalla a las personas que se capacitaron/aprendieron/desarrollaron en innovamedica y, posteriormente pasaron a trabajar directamente en Vitalmex.

Un ejemplo de esto es el de Javier Pinzón en el periodo comprendido de 1994 a 2000 trabajo en Vitalmex. Después, se trasladó a Innovamedica donde laboró desde 2000 hasta 2009, en 2010 regresa a trabajar a Vitalmex, es pertinente mencionar que Javier Pinzón ingresó a Innovamedica con grado de licenciado y, cuando regreso a laborar a Vitalmex en 2010 regreso con grado de doctor, no siendo el único que se desarrolló académicamente mientras colaboraba en Innovamedica, también lo hizo Carlos Alfonso Rodríguez y Alejandro Trejo. Con base a lo anterior existe evidencia para afirmar que Innovamedica no solo desarrollo tecnología, también al recurso humano necesario para la actividad anterior, y no solo en términos académicos, sino también profesionales.

Por último, el desarrollo del VAD contribuyó fuertemente a que se incrementara la línea de negocios que ofrece Vitalmex pasando a ofrecer cinco líneas de negocios las cuales son: Alta especialidad (Hemodinámica, Cirugía Cardiovascular y trasplantes), Quirúrgica General, Nefrología, Imagenología, y Rehabilitación. Estos son solo algunos de los beneficios que obtuvo Vitalmex de forma directa.

Por otro lado, en términos de beneficios indirectos que obtuvo Vitalmex fueron:

Se fomentó el trabajo efectivo al integrar los conocimientos, ideas, experiencia técnica e investigación del personal académico a la empresa, se capacitó el recurso humano de la empresa, se generó innovación y desarrollo tecnológico, apoyo a mejorar la imagen de Vitalmex ante la comunidad a través de su papel social, ofreció oportunidades de aprendizaje, permitió facilitar la selección de personal, facilitó la inserción laboral, Vitalmex pudo acceder a conocimientos técnicos y científicos a bajo costo y con relativamente poco riesgo, el desarrollo de capacidades científico-tecnológicas, entre otras cosas.

Beneficios para la UAM-I generados a partir de la VUE

Bajo el supuesto que Innovamédica no solo se desarrolló como interface entre Vitalmex y la UAM-I sino que contribuyó a la generación de tecnología e innovación que por sí solas las dos instituciones antes mencionadas no hubieran podido lograr de forma individual, se puede argumentar que sin la creación de Innovamédica el Dr. Sacristán no hubiera podido desarrollar todos los proyectos que hizo, y, no solo eso, el tema del desarrollo profesional y académico tampoco hubiera llegado al nivel que llegó gracias a la VUE.

Para poder deducir los beneficios que obtuvo la UAM-I derivados de la VUE es necesario entender la participación que tuvieron la UAM-I y Vitalmex en la creación y mantenimiento de Innovamedica. Una de las aportaciones principales (aunque no la única) que tuvo Vitalmex en Innovamédica fue la inyección de capital para poder desarrollar tecnología. Por su parte Innovamedica, que estuvo orquestada por el Dr. Sacristán desde un principio utilizó dichos fondos para comprar equipo de laboratorio, materiales, insumos, contratación de personal experto en la materia y todo lo necesario para diseñar y desarrollar los proyectos.

En este sentido, uno de los equipos que se consiguió fue todo el equipo de quirófano para poder hacer las pruebas invivo del VAD, a su vez se allegó de una máquina de resonancia magnética, estos y otros materiales fueron donados a la UAM-I (aunque pertenecían a Vitalmex) cuando se disolvió Innovamedica, la donación anterior es uno de los beneficios que obtuvo la UAM-I dados de la VUE.

Aunado a lo anterior, Innovamedica desempeñó un papel primordial en la creación del CI3M (Centro Nacional de Investigación, Instrumentación e Imagenología Médica) el cual se creó en el 2004, ya que todo el conocimiento gestado y desarrollado en Innovamédica sirvió como trampolín para poder crear este instituto.

Existe la posibilidad que sin la VUE la UAM-I hubiera podido construir y crear el CI3M, pero, no con la facilidad y el tiempo que se llevó a cabo gracias al apoyo no solo económico de la VUE, sino a la generación de conocimiento y capacidades necesarias para poder llevarlo a cabo de la mejor forma.

Otros beneficios que obtuvo la UAM-I fueron:

La explotación con inmediatez los resultados de las investigaciones científico- técnicas y las innovaciones tecnológicas, el apoyo para poseer información sobre desarrollos en los que se trabaja a nivel mundial y/o de frontera, influyo en la formación de muchos estudiantes que realizaron su tesis del VAD, aumento las capacidades científicas del cuerpo docente resultado colateral del desarrollo de I&D, apoyo con financiamiento adicional que contribuyo a equipar a la universidad, potencializo la producción académica de los investigadores-profesores que participaron en esta relación, apoyo a difundir y aplicar de forma práctica los resultados de la investigación de base.

Por último, la UAM-I se benefició principalmente por el prestigio que le genero el desarrollo de tecnología e innovación de frontera, acciones que se dieron dados la VUE.

Canales de la VUE utilizados por Vitalmex-UAM-I

Los principales canales que tuvieron Vitalmex y la UAM para generar la VUE son:

El principal canal fue la institución híbrida conformada por la empresa Vitalmex y la universidad UAM-I llamada Innovamédica, la cual detono otros canales de VUE los cuales son: pasantías, formación de estudiantes en las empresas, contratación de graduados, generación de patentes, congresos, publicaciones, tesis, seminarios, intercambios de información, flujo de recursos humanos, entre otros.

Durante el periodo que se mantuvo la relación de Vitalmex con la UAM-Iztapalapa vía Innovamédica se generaron beneficios para ambas partes, entre ellos está no solo la generación de tecnología e innovación de forma conjunta, hubo aprendizaje, desarrollo de capacidades, crecimiento y desarrollo de forma individual, etc. A su vez también existieron muchos problemas en esta trayectoria que se fueron resolviendo sobre la marcha. El capítulo anterior estudio lo anterior.

Capítulo 7

Conclusiones

Uno de los factores que contribuyen a la construcción y desarrollo de capacidades tecnológicas dentro de las empresas es, el conjunto de interacciones que se generan entre los individuos (las empresas, los Institutos de Educación Superior, Centros Públicos de Investigación y otras organizaciones dentro de los marcos institucionales específicos) para poder construir conocimiento e I&D.

El objetivo general del presente trabajo fue aportar evidencia empírica respecto del funcionamiento que tiene el proceso de vinculación universidad-empresa en México, en términos de generar capacidades tecnológicas desde la perspectiva de la empresa. El trabajo trata de identificar como el proceso de vinculación universidad-empresa puede contribuir en la construcción y desarrollo de capacidades tecnológicas en una empresa mexicana del sector de equipos médicos. Esta tesis planteó entender cuáles son las dificultades que enfrentan las empresas y universidades al momento de generar relaciones, e identificar los beneficios que ambos actores obtienen al vincularse. Se encontraron algunas respuestas a dichos cuestionamientos utilizando elementos teóricos y empíricos; el presente capítulo expone los resultados obtenidos. De manera general se puede decir que el análisis del caso Vitalmex-UAM-I demuestra que la generación de vínculos entre universidades y empresas impactó en el desarrollo y construcción de capacidades tecnológicas en forma positiva. Las cuestiones centrales que expusieron la importancia de realizar la presente investigación y del problema subyacente que en ella se establece fueron las siguientes:

1. ¿Qué efecto tiene el proceso de vinculación de la empresa Vitalmex con la universidad UAM-I en la generación y desarrollo de capacidades tecnológicas?

El caso Vitalmex presentó evidencia empírica interesante relacionada al desarrollo de capacidades tecnológicas derivados de la vinculación con la UAM-I.

El desarrollo de capacidades tecnológicas que ha tenido el grupo Vitalmex en la última década ha sido acelerado en comparación con años anteriores, derivado de la vinculación que tuvo con la UAM-I en el 2000. En términos comparativos, el grupo Vitalmex aceleró el desarrollo de sus capacidades tecnológicas, pasando de un nivel básico ha avanzado en solo 10 años, en comparación con los 24 años anteriores, periodo

comprendido de 1976 (fundación de la empresa) al 2000 cuando no tenía una relación formal con ninguna universidad. Cabe mencionar que la matriz de capacidades tecnológicas desarrollada por Bell y Pavitt sirvió como instrumento para realizar el análisis empírico. Este hallazgo coincide con lo encontrado en la teoría la cual considera a la universidad como una de las principales fuentes de conocimiento que sirven a las empresas del conocimiento necesario para gestionar la tecnología existente y así desarrollar nuevos productos y procesos ante lo ya establecido, detonando con esto, sus propias capacidades tecnológicas.

2. ¿Cómo colabora la empresa Vitalmex con la universidad UAM-I?

Sé idéntico que Vitalmex utilizó como mecanismo de vinculación con la UAM-I la creación de Innovamédica la cual tenía como principales objetivos:

1. Investigación y desarrollo de tecnología.
2. Transferencia de tecnología al mercado.
3. Agilizar la generación de tecnología en la universidad.
4. Desarrollar tecnología para la empresa.
5. Generar todo lo concerniente a propiedad intelectual y patentamiento.

Innovamedica detono algunos canales de VUE los cuales fueron: pasantías, formación de estudiantes en las empresas, contratación de graduados, generación de patentes, congresos, publicaciones, tesis, seminarios, intercambios de información, flujo de recursos humanos, entre otros. Para determinar cuál es el canal más usado es necesario hacer un análisis más profundo que ayude a determinar dicha clasificación, anclado por supuesto a una serie de supuestos.

Estos mecanismos coinciden con los canales que propone la CEPAL para la VUE. Conforme se va haciendo más fuerte la relación, más compleja es el vínculo y por tanto se van utilizando diferentes vías de relación, por tanto, los hallazgos empíricos coinciden con los hallazgos teóricos ya que, a medida que Vitalmex fortaleció el vínculo que tenía con la UAM-I se fueron utilizando otros canales de colaboración.

Dicho mecanismo de vinculación generó otros canales de vinculación, entre ellos se encuentran los contactos informales, proyectos conjuntos y flujo de recursos humanos.

3. ¿Cuáles son los beneficios que obtiene la empresa Vitalmex al vincularse con la UAM-I?

Vitalmex y la UAM-I colaboraron en conjunto para obtener diversos beneficios derivados de mantener dicha colaboración universidad-empresa.

Los beneficios derivados de la VUE para Vitalmex y para la UAM-I van desde el desarrollo de expertise, capacidades, publicaciones, patentes, tesis, desarrollo de recurso humano y estudiantes, prestigio, desarrollo de tecnología, presentados con antelación en el presente trabajo.

Los beneficios directos que obtuvo Vitalmex al vincularse fueron:

El conjunto de conocimiento explícito desarrollado por Innovamédica sobre el proyecto del VAD, entre ellos se encuentra; patentes, publicaciones, conferencias/artículos y tesis descritos a detalle en el capítulo anterior.

La creación del área de innovación dada la transferencia de conocimiento en el 2011, con lo cual se detonó una cultura innovadora dentro de la organización.

Los beneficios indirectos que obtuvo Vitalmex al vincularse fueron:

Se fomentó el trabajo efectivo al integrar los conocimientos, ideas, experiencia técnica e investigación del personal académico a la empresa, se capacitó a los recursos humanos de la empresa, se generó innovación y desarrollo tecnológico, apoyo a mejorar la imagen de Vitalmex ante la comunidad a través de su papel social, ofreció oportunidades de aprendizaje, permitió facilitar la selección de personal, facilitó la inserción laboral, Vitalmex pudo acceder a conocimientos técnicos y científicos a bajo costo y con relativamente poco riesgo, el desarrollo de capacidades científico-tecnológicas, entre otras cosas.

Los beneficios directos que obtuvo la UAM-I al vincularse fueron:

La universidad obtuvo equipo de laboratorio, equipo de quirófano, una máquina de resonancia magnética, materiales, insumos.

Generación de conocimiento científico y tecnológico para la creación del CI3M (Centro de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica) derivado de la VUE.

Los beneficios indirectos que obtuvo la UAM-I al vincularse fueron:

La explotación con inmediatez de los resultados de las investigaciones científico-técnicas y las innovaciones tecnológicas, el apoyo para poseer información sobre desarrollos en los que se trabaja a nivel mundial y/o de frontera, influyo en la formación de muchos estudiantes que realizaron su tesis del VAD, aumento las capacidades científicas del cuerpo docente resultado colateral del desarrollo de I&D, apoyo con financiamiento adicional que contribuyo a equipar a la universidad, potencializo la producción académica de los investigadores-profesores que participaron en esta relación, apoyo a difundir y aplicar de forma práctica los resultados de la investigación de base.

Por último, la UAM-I se benefició principalmente por el prestigio que le genero el desarrollo de tecnología e innovación de frontera, acciones que se dieron dados la VUE.

Los beneficios obtenidos en Vitalmex y la UAM-I son importantes ya que es necesario fomentar la creación y desarrollo de conocimiento y capacidades tecnológicas que apoyen de manera colectiva a que México sea competitivo de forma sostenida y una forma de generar esto es por medio de la VUE.

Estos hallazgos encontrados en el trabajo de campo coinciden con la teoría, la cual contempla como principales beneficios a la adquisición y desarrollo de recursos humanos, la investigación y desarrollo y beneficios económicos para ambos actores.

Cabe mencionar que aunque los resultados obtenidos en el trabajo de campo coincidieron con la teoría, estos están limitados por el contexto nacional en el que se suscitó la vinculación universidad-empresa, trabajos futuros pueden proporcionar mayor información si la generación de capacidades tecnológicas está asociada al proceso de vinculación universidad-empresa y/o a otros factores.

El presente trabajo busco explicar el papel que juega la vinculación universidad-empresa en la construcción y generación de capacidades tecnológicas, los canales que existen para crear dichos vínculos y evidenciar los beneficios que se obtienen por este esfuerzo para ambos actores, el caso que ilustra lo anterior es la vinculación que se dio entre la empresa Vitalmex y la universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa (UAM-I).

c. Problemas al elaborar la investigación:

El principal problema que enfrentó la realización del presente trabajo fue la dificultad de obtener información empírica, ya que, los empleados de Vitalmex y de la universidad UAM-I tienen múltiples ocupaciones manejando agendas saturadas de actividades, por lo cual fue complicado la realización de entrevistas.

d. Alcances de la investigación

Los alcances que tiene el presente trabajo están asociados a un contexto, tiempo y sector industrial determinado, siendo necesario generar una secuencia de estudios para poder ampliar el peso que tiene las afirmaciones que se han establecido en este estudio.

El sector de dispositivos médicos pertenece al sector basados en ciencia, el cual está basado en el conocimiento e incluye servicios tales como la generación e intercambio de información, tecnología, consultoría, educación, investigación y desarrollo, planificación financiera y otros servicios o actividades principalmente intelectuales en buscar mecanismos para aumentar sus esfuerzos en dichas actividades, y, uno de los mecanismos para realizar lo anterior es por medio de; la vinculación universidad-empresa (VUE).

e. Reflexiones finales y agenda futura

El presente estudio ha permitido explorar de forma analítica la generación de capacidades tecnológicas detonadas por los procesos de vinculaciones que se gestan entre la universidad y la empresa en el sector de dispositivos médicos. En este sentido, se puede concluir que, entre otras cosas, los procesos de vinculación universidad-empresa contribuyen no solo a crear sino también a desarrollar capacidades tecnológicas en la empresa dependiendo de su estado inicial. En la medida que se creen mecanismos que promuevan la vinculación universidad-empresa se desarrollaran capacidades tecnológicas y otros beneficios colaterales derivados de la relación. La agenda futura es invariablemente grande, sin embargo, un tema que se podría explorar en el futuro es como las políticas públicas promueven mecanismos para establecer vinculación entre la universidad y empresa con la finalidad, entre otras cosas, de construir y/o generar capacidades tecnológicas en las empresas. Por otro lado, es pertinente realizar un estudio sobre el comportamiento de otros sectores para contrastar los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Bibliografía

2. Acuña, P. (1992). Vinculación universidad-sector productivo.
3. Alvarado-Borrego, A. (2009). Vinculación Universidad-Empresa y su contribución al desarrollo regional.
4. Arrow, K. (1962). The economic implications of the Learning by Doing.
5. Becerra Rodríguez, N. (2008). Nuevas Formas de Vinculación Academia-Empresa: la Visión de las Empresas. México, D.F.
6. Bell, M. (1984). 'Learning' and the accumulation of industrial technical capacity in developing countries. London, pp. 189–209.
7. Bell, M. (2007). Technological Learning and the Development of Production and Innovative Capacities in the Industry and Infrastructure Sectors of the Least Developed Countries: What Roles for ODA? UK: University of Sussex.
8. Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. Washington: Trade. Technology and International Competitiveness, The World Bank. pp.69- 101.
9. Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. Washington: Trade. Technology and International Competitiveness. The World Bank. pp.69- 101.
10. Bell, M., Dahlman, C., Lall, S., & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. The world Bank Washington, D.C.
11. Berry, M., & Taggart, J. (1994). Managing Technology and Innovation: a review. R&D Management, vol. 24, No. 4.
12. Botella, C., & Suárez, I. (2012). Innovación para el desarrollo en América Latina Una aproximación desde la cooperación internacional. Madrid: Fundación Carolina CeALCI.

13. Cabanelas , P., Cabanelas Omil, J., & H. Vázquez , X. (2013). A methodology for the construction of dynamic capabilities in industrial networks: The role of border agents. España.
14. Carvajal, A. (2010). Technological capabilities as a basis for development. Costa Rica.
15. Casas, R. (2003). La información y el conocimiento innovador en las sociedades actuales. México, D.F.: Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
16. CEPAL. (2002). Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público. Santiago de Chile .
17. CEPAL. (2011). Espacios Iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico. Santiago de Chile.
18. CEPAL/SEGIB. (2008). Espacios Iberoamericanos: la economía del conocimiento. CEPAL, Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), Naciones Unidas, Santiago.
19. CEPAL/SEGIB. (2010). Espacios Iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico, Comisión.
20. Cevilla, M. (2001). La innovación como un proceso económico y social: Algunas implicaciones por una estrategia de desarrollo. Caracas, Venezuela: Cendes (18).
21. Chen, L.-c. (2008). Building technological capability through exploiting informal local and global knowledge linkages: the case of machine tool Industry in taiwan. DRUID.
22. Cofone, A., Filip, F., & Basilio Ag, A. (2005). Modelo de trabajo para la innovación articulada entre universidad y empresa. Buenos Aires, Argentina.
23. Corona Alcantara, J. (1995). Innovación y relación productor-usuario. México, D.F.
24. Dodgson, M. (1993). Organizational Learning: A Review of some Literatures. Organizational Studies, vol.14, núm. 3.

25. Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*.
26. Dosi, G. (1988). *Technical change and economic theory*. Nueva York, Estados Unidos de América: Columbia University Press, *passim*.
27. Dutrénit, G. (2005). Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay. *Science technology & society*, 5.
28. Dutrénit, G., & O. Vera-Cruz, A. (2006). *Aprendizaje y capacidades tecnológicas*. México, D.F.
29. Dutrénit, G., Vera-Cruz, A., & Arias, A. (2003). Diferencias en el Perfil de Acumulación de Capacidades Tecnológicas en tres Empresas Mexicanas. México: *El Trimestre Económico* . Vol. LXX(1).
30. Edquist, C. (2003). *The Internet and Mobile Telecommunications System of Innovation. Development in Equipment, Acces and Content*. Edward Elgar Publishing, Inc.
31. Edquist, C., & Bjöm, J. (1997). *Institutions and Organizations in Systems of Innovation*.
32. Etzkowitz, H. (2009). *La triple hélice: universidad, industria y gobierno: Implicaciones para las políticas y la evaluación*.
33. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). *University and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University- Industry- Government Relations*. London: Pinter Publishers.
34. Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *El Sevier. Research Policy* 29. pp. 109-123.
35. FEUM. (2013). Obtenido de Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos Suplemento para dispositivos médicos: <http://www.farmacopea.org.mx/cursos/memorias/feum-usp13/19RHMJCGO.pdf>

36. Figueiredo. (2003). Aprendizaje tecnológico y el rendimiento competitivo. Rio de Janeiro: FGV.
37. Freeman, C. (1987). Technology Policy and Economic Performance. London: Pinter.
38. Fujita, M. (2013). Exploiting Linkages for Building Technological Capabilities. London: Springer, IDE-JETRO.
39. FUMEC. (2013). Obtenido de Tecnologías para la salud: <http://fumec.org.mx/v6/htdocs/salud.pdf>
40. Fundación para el Desarrollo de la Investigación en Genómica y Proteómica. (2012). Guía de desarrollos preclínicos.
41. García Flores, J. (2010). Dispositivo de Asistencia Ventricular (DAV) Degradación y detección de fallas de un DAV realizados 2, 000,000 de ciclos.
42. García García, V. A. (2009). Auditorias para fabricantes de dispositivos médicos. México, D.F.
43. García González , F. (2001). Gestión del Conocimiento en tiempos de Economía Digital: un Modelo de Competitividad Académicos.
44. Gismondi Glave, G. (Junio de 2010). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2077-33232010000100007&script=sci_arttext
45. González Pérez, C. (2001). La construcción de capacidades tecnológicas en el sector de biotecnología: Probiomed, una perspectiva organizacional. México, D.F.
46. González Sabater , J. (Julio de 2009). Manual de transferencia de tecnología y conocimiento. Gónzalez & Sabater .
47. Gould Bei, G. (1997). Vinculación Universidad-Sector productivo, una reflexión sobre la planeación y operación de programas de vinculación, ANUIES. México.
48. Guadarrama, V. (2006). Vinculación y acumulación de capacidades tecnológicas en una empresa farmacéutica. México, D.F.

49. Hidalgo, A. (2007). Mecanismos de transferencia de tecnología y propiedad industrial entre la universidad, los Organismos Públicos de Investigación y las empresas.
50. Iammarino, S., Padilla-Pérez, R., & Von Tunzelmann. (2007). Technological Capabilities and Global–Local Interactions: The Electronics Industry in Two Mexican Regions. *World Development* Vol. 36, No. 10, pp. 1980–2003.
51. INEGI. (2014). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
52. Kato Vidal, E. L. (2003). Proveedores especializados como difusores de tecnologías en la economía mexicana de los noventa. México, D.F.
53. Katz, J. (1976). Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente. México: Fondo de Cultura Económica (FCE).
54. Kim, L. (1997). From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning. Boston. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
55. Kim, L. (2005). De la imitación a la innovación: la dinámica del aprendizaje tecnológico en Corea. Campinas Unicamp.
56. Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, Vol. 20, Núm. 2.
57. Lall, S. (1993). *Technological Capabilities*. Tokyo: United Nations University Press.
58. Lall, S. (2000). *Technological Change and Industrialization in the Asian Newly Industrializing Economies: Achievements and Challenges*. Cambridge University Press.
59. Lau, L. (1996). *The sources of Long-Term Economic Growth: Observations from the Experience of Developed and Developing Countries*. Stanford, California: University Press.
60. Leydesdorff, L., & Meyer, M. (2006). Triple helix indicator of knowledge-based innovation systems: introduction to the special issue.

61. List, F. (1841). *The National System of Political Economy*. London: English Translation.
62. Lugones, G. E., Gutti, P., & Le Clech, N. (2007). *Indicadores de capacidades tecnológicas en America Latina*. CEPAL.
63. Lundvall, B. A. (1988). *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation*. Nueva York, Estados Unidos de América: Columbia University Press.
64. Lundvall, B. B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy* 31, 213-231.
65. Lundvall, B.A. (1992). *National Systems of Innovation*. London.
66. Maldonado Meza, L., & Gould Bei, G. (1994). La vinculación como estrategia de desarrollo en las Universidades Públicas. México: Publicación trimestral de la asociación nacional de universidades e instituciones de educación superior VOL. XXIII (3), NÚMERO 91, Julio-Septiembre.
67. Malerba , F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Res Policy* 31:247–264.
68. Malerba, F. (1992). Learning by Firms and Incremental Technical Change. *The Economic Journal*, Vol. 102, No. 413 (Jul., 1992), 845-859.
69. Martínez , A., García, A., & Santos Gabriel. (2012). *Aprendizaje tecnológico en la industria manufacturera de Guanajuato*. México.
70. Mercado, A. (2004). *Aprendizaje Tecnológico y Desarrollo Socioinstitucional: La Industria Química y Petroquímica en Brasil y Venezuela*. Venezuela: Fundación Polar - Cendes/UCV.
71. Merriam, S. (1988). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. 2. ed. Jossey-Bas Inc.
72. Millenaar, V., & Jacinto, C. (2008). *Las relaciones entre escuelas y empresas: Un camino con nuevos desafíos en América Latina*.

73. Miller, W., & Morris, L. (1999). 4^o Generation R&D. Managing Knowledge, Technology, and Innovation. USA: John Wiley & Sons, Inc.
74. Molas-Gallart, J., Salter, A., Patel, P., Scott, A., & Duran, X. (2002). Measuring Third Stream Activities. Final Report to the Russell Group of Universities. Science and Technology Policy Research (SPRU), University of Sussex: Birmingham.
75. Montoya Ríos, F., & Aguilar Zambrano, J. (2013). La Relación Universidad-Empresa en las Prácticas Empresariales: Un Modelo Conceptual desde las Técnicas de Generación de Ideas. Bogotá, Colombia: Journal of Technology Management & Innovation .
76. Montuschi, L. (2000). La economía basada en el Conocimiento: importancia del conocimiento tácito y del Conocimiento Codificado. Buenos Aires.
77. Morrison, A., Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2008). Global Value Chains and Technological Capabilities: A Framework to Study Learning and Innovation in Developing Countries. Oxford Development Studies. Vol. 36, No. 1.
78. Nelson, R. (1993). Technical Innovation and National Systems. En Richard R. Nelson (Ed.) National innovation systems: A comparative analysis. Oxford University press.
79. Nerlich, A., Zink, A., Szeimies, U., & Hagedorn, H. (2000). PAncient Egyptian prosthesis of the big toe. The Lancet - Vol. 356, Issue 9248, 23.
80. Nonaka, I. (1991). The knowledge Creating Company . USA: Harvard Business Review, Vol. 69.
81. Norman Abramson, H. (1997). Technology transfer systems in the United States and Germany. Alemania: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
82. OCDE. (2013). Perspectivas económicas de América Latina 2013. Políticas de PyMes para el cambio estructural . OCDE/CEPAL.
83. Ortiz García, A., Pedroza Zapata, Á., & Olivé Tomàs, A. (2013). Construyendo capacidades tecnológicas en empresas incubadas dentro de un parque científico y tecnológico universitario. México, Guadalajara.

84. Padilla Pérez, R., Gaudin, Y., & Rodríguez, P. (2012). Sistemas nacionales de innovación en Centroamérica. CEPAL.
85. Pascale, R. (2013). Sobre las Vinculaciones entre Academia y Empresa en una Sociedad Basada en el Conocimiento.
86. Pavitt, K. (1995). The development of Technological Capabilities. WASHINGTON: Trade, Technology and International Competitiveness.
87. Pavón, T., Silva Barrera, C., Díaz Pacheco, V., Salazar Sánchez, J., Meza Gómez, G., & Beltrán Moreno, R. (2007). Beneficios de la vinculación Universidad–Sector Productivo.
88. Pérez, C. (1996). Nueva concepción de la tecnología y Sistema Nacional de Innovación. Caracas, Venezuela.
89. Pérez, C. (2000). Cambio de paradigma y rol de la tecnología en el desarrollo. Caracas, Venezuela.
90. Pérez, S., & Andrés, F. (2010). Redes ciencia-industria para la transferencia en México, Estados Unidos y Canadá. México: Flacso.
91. Plonsky, A. (2000). S&T Innovation and Cooperation in Latin America. The Cooperation South Journal, 1, 99-107. UNDP. Consultado el 3 de abril de 2010, de: http://ssc.undp.org/uploads/media/10_Plonski.cc.pdf.
92. Rivera Ríos, M., & Quiroz Estrada, V. (2011). Redes de conocimiento y aprendizaje tecnológico en las empresas de la industria del software en los territorios de Guadalajara y Distrito Federal, México. México, D.F.
93. Rosemberg, N. (1976). On Technical Expectations. Economic Journal Vol. 86 No. 343.
94. Rosemberg, N. (1976). On Technical Expectations. Economic Journal Vol. 86 No. 343.
95. Sacristán Rock, E. (30 de Julio de 2014). Entrevista de la vinculación Vitalmex-UAM-I. (D. C. Villanueva, Entrevistador)

96. Sahal , D. (1985). Technology guide-posts and innovation avenue. Research Policy.
97. Salud, S. d. (2014). Base de datos de defunciones 1979-2010. México: SS.
98. Schumpeter, J. A. (1912). Teoría del Desarrollo económico. Estados Unidos.
99. Simons, H. (2009). El estudio de caso: teoría y práctica. Madrid, Morata.
100. Solleiro R. , J., & L. M. . (1997). Una aproximación de Política Tecnológica para las pequeñas y medianas empresas, frente a la apertura comercial. México: PUNCTUM Servicios Integrales de Edición.
101. Solleiro, J., & Castañón, R. (2005). Competitividad y sistemas de innovación: los retos para la inserción de México en el contexto global. Puebla, México.
102. Soto Vázquez, R., Castaños Rodríguez, H., García Ponce de León, O., Parra Cervantes, P., Espinosa Meléndez, J., & Vázquez Piñón, , J. (2007). Vinculación Universidad-Empresa-Estado en la realidad actual de la industria farmacéutica mexicana. México, D.F.: Edusfarm.
103. Stake, R. (1995). The art of case study research. London, Sage Publications.
104. Stiglitz , J. (2003). Los felices 90, la semilla de la destrucción. Buenos Aires, Argentina: Stiglitz JE .
105. Stiglitz, F. (1987). Learning to learn. Nueva York, Estados Unidos de América: Columbia University Press, passim.
106. Tecnológico, F. C. (2013). Conocimiento e Innovación en México:Hacia una Política de Estado. Elementos para el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa de Gobierno . México: FCCyT.
107. Tecnológico, F. C. (2013). Rankings de Competitividad: WEF,IMCO e IMD . México: FCCyT.

108. Teece, D., & G. , P. (1994). The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction”. En Industrial and Corporate Change.
109. Torres, A. (2006). Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas. México, D.F.: Journal of Technology Management & Innovation.
110. Torres, A., & Becerra, N. (2010). Características de los investigadores como determinantes de la vinculación academia-empresa en el caso de México. México, D.F.
111. Torres,A., Dutrénit,G., Sampedro, José L. y Becerra, N.(2011), “What are the factors driving university linkages in Latecomer Firms: Evidence from México”, Science and Public Policy, Vol. (38)1 Febrero 2011.
112. UAM-I. (10 de Diciembre de 2014). Obtenido de UAM-I: http://www.izt.uam.mx/la_uami/historia.htm
113. UNESCO. (1998). Declaración mundial sobre Educación Superior: Visión y Acción.
114. Vera-Cruz, A., Casas, R., De Fuentes, C., & Torres, A. (2013). Estrategias y Gobernanza del Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Retos para un desarrollo incluyente. México, D.F.: UAM .
115. Villavicencio, D. (1994). La transferencia de tecnología: un problema de aprendizaje colectivo. México, D.F.
116. Wesphal , L., Kim, & Dahlman, C. (1985). Reflections of Korea’s Acquisition of Technological Capability. New York: International Technology.
117. World Economic Forum (WEF) . (2014). The Global Competitiveness Report 2012–2013.
118. Wu, J. (2014). Cooperation with competitors and product innovation: Moderating effects of technological capability and alliances with universities. Department of Management and Marketing, University of Macau, Taipa, Macau, China.
119. Yin, R. (1994). Case study research. Design and Methods .
120. Yin, R. (2003). Case Study Research. tercera edición.

Anexos

Anexo 1. Propuesta para guía de entrevista para la empresa.

I. Perfil General de la Empresa.

Sector, propiedad, tamaño, estructura organizacional, de producto-mercado, historia y principales cambios.

II. Actividades de aprendizaje.

- a) Importancia del conocimiento.
- b) Fuentes de conocimiento (internas y externas).
- c) Tipos de aprendizaje tecnológico.
- d) Proceso de AT (know how).
- e) Rutinas (tipos y nivel de ocurrencia de cada tipo de rutina)
- f) Trayectorias.
- g) Generación de tecnología (compra, creación, mixto).
- h) Transferencia de tecnología.

III. Construcción de capacidades (tecnológicas, de absorción e innovativas)

- a) Generación de capacidades (interno, externo, mixto).
- b) Clasificación.
- c) Funciones (primarias y de apoyo).
- d) Trayectorias.

IV. Actividades de Innovación (mejoras/innovación tecnológica).

- a) Importancia.
- b) Actividades de innovación.
- c) % de gasto destinado a estas actividades.
- d) Intensidad tecnológica e innovativa.
- e) Proyectos de I&D.
- f) Percepción sobre el nivel de esfuerzo.

V. Actividades de Vinculación (papel de las instituciones tecnológicas).

- a) Actores, relaciones.
- b) Intercambio (conocimiento, tecnología, recursos humanos, etc.).
- c) Conexión de la VUE con CT.
- d) Canales de la VUE.
- e) Incentivos.
- f) Barreras/obstáculos.
- g) Sugerencias para mejorar la VUE.
- h) Resultados de la VUE.

VI. Expectativas y agenda futura.

- a) Mantenimiento de I&D.
- b) Sostenibilidad de la VUE.
- c) Expectativas sobre la innovación y desarrollo para la empresa.

Anexo 2. Propuesta para guía de entrevista para la universidad.

1. Perfil General de la universidad:

Sector, propiedad, tamaño, sector, estructura organizacional, historia, objetivos, principales cambios, condiciones contextuales, entre otros.

2. Actividades de aprendizaje.

- i) Importancia del conocimiento.
- j) Fuentes de conocimiento (internas y externas).
- k) Tipos de aprendizaje tecnológico.
- l) Proceso de AT (know how).
- m) Rutinas (tipos y nivel de ocurrencia de cada tipo de rutina)
- n) Trayectorias.
- o) Generación de tecnología (compra, creación, mixto).
- p) Transferencia de tecnología.

3. Actividades de Innovación (mejoras/innovación tecnológica).

- g) Importancia.
- h) Actividades de innovación.
- i) % de gasto destinado a estas actividades.
- j) Intensidad tecnológica e innovativa.
- k) Proyectos de I&D.
- l) Percepción sobre el nivel de esfuerzo.

4. Actividades de Vinculación (papel de las instituciones tecnológicas).

- i) Actores, relaciones.
- j) Intercambio (conocimiento, tecnología, recursos humanos, etc.).
- k) Conexión de la VUE con CT.
- l) Canales de la VUE.
- m) Incentivos.
- n) Barreras/obstáculos.
- o) Sugerencias para mejorar la VUE.
- p) Resultados de la VUE.

5. Expectativas y agenda futura.

- d) Mantenimiento de I&D.
- e) Sostenibilidad de la VUE.
- f) Expectativas sobre la innovación y desarrollo para la empresa.