



TÍTULO

**ANÁLISIS PARA LA TRANSFERENCIA DEL CALENTADOR
SOLAR TERMOELÉCTRICO A LA EMPRESA**

AUTORA

Karina Flores Tuxpan

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2012

Directora María Teresa Aceytuno Pérez
Curso Máster Propio Universitario en Desarrollo Local: Gestión de PYMES y Economía Social

ISBN 978-84-7993-992-2

© Karina Flores Tuxpan
© Universidad Internacional de Andalucía (para esta edición)



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA
SEDE IBEROAMERICANA SANTA MARÍA DE LA RÁBIDA

TÍTULO

**ANÁLISIS PARA LA TRANSFERENCIA DEL CALENTADOR SOLAR
TERMOELÉCTRICO A LA EMPRESA**

ELABORÓ

KARINA FLORES TUXPAN

DIRECTORA

DRA. MARÍA TERESA ACEYTUNO PÉREZ

**II MASTER PROPIO UNIVERSITARIO EN DESARROLLO LOCAL: GESTIÓN DE PYMES
Y ECONOMÍA SOCIAL**

OCTUBRE 2011

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Transferencia del calentador solar termoeléctrico a la empresa.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Particulares.....	3
1.3 Estructura del trabajo.....	3
1.4 Metodología.....	6
CAPÍTULO II INNOVACIÓN	11
2.1 La aportación de Schumpeter y la importancia de la innovación.....	12
2.2 Conceptualización de Innovación.....	13
2.3 Tipos de innovación.....	17
2.3.1 Innovación radical.....	18
2.3.2 Innovación incremental.....	21
2.3.3 Otra propuesta de innovación e imitación.....	22
2.4 Origen de la innovación tecnológica.....	23
2.4.1 Conocimiento científico.....	23
2.4.2 Conocimiento tecnológico.....	24
2.5 Proceso de innovación.....	26
CAPÍTULO III MODELOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD A LA EMPRESA	31
3.1 Transferencia de tecnología y su importancia.....	32
3.2 Transferencia por la universidad.....	34
3.3 Aspectos generales de los modelos de transferencia tecnológica....	36
3.4 Modelo Lineal.....	38
3.4.1 Identificación de sujetos y características.....	39
3.4.2 Perspectiva de la universidad y empresa.....	40
3.4.3 Descripción del proceso.....	41
3.4.4 El papel de la oficina de transferencia de tecnología.....	42
3.5 Modelo Interacción-cooperación.....	46
3.5.1 Sujetos y características.....	47
3.5.2 Descripción del proceso.....	48
3.6 Modelo Híbrido.....	50

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS PARA LA TRANSFERENCIA DEL CALENTADOR SOLAR TERMOELÉCTRICO A LA EMPRESA 54

4.1 Identificación del GMyCI, descripción del proceso de creación, desarrollo y presentación de la tecnología.....	55
4.1.1 Identificación del GMyCI.....	56
4.1.2 Proceso de creación, desarrollo y presentación de la tecnología.....	57
4.2 El calentador solar termoeléctrico y sus características.....	63
4.2.1 Determinación de mejoras frente a calentadores solares similares.....	64
4.2.2 Por qué transferir el calentador solar termoeléctrico.....	69
4.2.3 Análisis para la transferencia del calentador solar termoeléctrico.....	70
4.3 Conclusiones.....	80
Bibliografía.....	82
Anexos.....	89
Anexo 1 Guía de entrevista dirigida al doctor José Guillermo Pérez Luna.....	90
Anexo 2 Reconocimiento otorgado por Asociación Nacional de Energía Solar A.C.....	93

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS

CAPÍTULO III

Cuadro 1. Mecanismos para comercializar la tecnológica por la universidad.....	35
---	----

CAPITULO IV

Cuadro 1. Investigadores del GMyCI y líneas de generación de conocimiento.....	56
---	----

Cuadro 2. Características del calentador solar termoeléctrico & calentador solar de agua.....	67
--	----

CAPÍTULO II

Figura 1 Innovación un proceso de acumulación de saber hacer.....	29
--	----

CAPÍTULO III

Figura 1 Modelo lineal de transferencia de tecnología.....	41
---	----

Figura 2 Proceso de transferencia de tecnología y la forma más común de evaluar resultados.....	45
--	----

Figura 3 Modelo Techtran II: concepto de masa.....	50
---	----

Figura 4 Modelo Contingente de Transferencia Tecnológica Efectiva.....	53
---	----

CAPÍTULO IV

Figura 1 Proceso de creación, desarrollo y presentación del calentador solar termoeléctrico.....	61
---	----

CAPITULO IV

Gráfico 1 Calentadores solares y rango de temperatura.....	65
---	----

Gráfico 2 Calentadores solares y vida útil.....	66
--	----

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Transferencia del calentador solar termoeléctrico a la empresa

Objetivos

Estructura del trabajo

Metodología

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 TRANSFERENCIA DEL CALENTADOR SOLAR TERMOELÉCTRICO A LA EMPRESA

La innovación es el factor determinante para el desarrollo económico del territorio donde se crea, su alcance abarca desde una empresa, un país, regiones e incluso el mundo entero. Se afirma que la innovación de manera intrínseca puede acelerar y sostener el ritmo de crecimiento económico, y al mismo tiempo puede modificar el rumbo del progreso económico (Freeman, 1974[1975]; Schumpeter, 1911[1967]). La innovación tecnológica tiene como elemento principal el invento y su aplicación en la vida práctica combinando distintos tipos de conocimientos, capacidades, habilidades y recursos (Fagerberg, 2005:4-5). La universidad es el lugar donde por excelencia se produce el conocimiento y por consecuencia los investigadores crean y desarrollan inventos en los centros y laboratorios de investigación, es decir los resultados de sus proyectos son materializados en inventos teniendo el nuevo reto de cómo transferirlos, evaluando tanto el mecanismo de comercialización adecuado al invento y el proceso de transferencia mismo. Esta institución tradicionalmente ha transferido los resultados de la investigación a través de su publicación en libros o artículos en revistas de carácter científico, celebrando convenios de colaboración con otras universidades, formando a profesionales e investigadores; sin embargo actualmente se está prestando mayor atención a los mecanismos de comercialización como: el otorgamiento de licencias de patente, convenios de colaboración con empresas y la creación de empresas universitarias (Carlsson y Fridh, 2002; Parker y Zilberman, 1993; Rogers et al., 2001).

Con el fin de enriquecer este trabajo de investigación se realizó un estudio de caso sobre la tecnología denominada calentador solar termoelectrico creada y desarrollada por el doctor José Guillermo Pérez Luna investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. En el desarrollo del estudio de caso

se justifica por qué y cómo transferir la tecnología de acuerdo a la literatura revisada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Justificar por qué transferir el calentador solar termoeléctrico desarrollado dentro del Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, realizando un análisis que permitirá sugerir el modelo de transferencia y mecanismo de comercialización adecuado al invento.

1.2.2 Particulares

- Revisar la literatura sobre innovación y transferencia de tecnología que fundamenten el estudio de caso.
- Determinar las mejoras del calentador solar termoeléctrico frente a calentadores solares similares que son comercializados en el mercado.
- Proporcionar elementos de juicio que justifiquen la transferencia.
- Analizar los mecanismos de comercialización y modelos del proceso de transferencia tecnológica.

1.3 ESTRUCTURA DEL TRABAJO

La tesis está constituida por cuatro capítulos elaborados bajo una secuencia lógica. En los siguientes párrafos se describe de manera breve cada capítulo.

En el **Capítulo I** se presenta la introducción general.

Capítulo II, Innovación. Desde el siglo pasado hasta la actualidad, el tema que ha alcanzado mayor importancia ha sido el tema de innovación, el cual es estudiado desde varios enfoques pero con mayor profundidad bajo el enfoque económico debido a su influencia en el crecimiento y desarrollo económico del

mundo. El capítulo inicia con la exposición de los argumentos que subrayan su importancia y la aportación de Schumpeter en sus distintas obras. En los siguientes subtítulos se conceptualiza el tema haciendo énfasis en la innovación tecnológica y su relación con el invento; también se revisa la literatura que explica su origen tanto en el conocimiento científico y tecnológico. Se analizan los factores o determinantes de la innovación radical e incremental exponiendo los resultados de distintos casos de estudio. Finalmente, se presenta la evolución de los procesos de innovación desde el año 1950 hasta principios del año 1990 representados a través de generaciones. La elaboración de este capítulo permitió desarrollar y analizar el capítulo relativo a los modelos de transferencia de tecnología de la universidad a la empresa.

Capítulo III, Modelos de Transferencia de Tecnología de la Universidad a la

Empresa. En el capítulo se muestra la importancia de la transferencia de la tecnología desarrollada por los investigadores de la universidad hacia la empresa. Se inicia conceptualizando los términos tecnología y transferencia bajo el enfoque económico con el fin de evitar confusiones a medida que se desarrolla el tema, después se describen las formas no comerciales y comerciales que utiliza la universidad para transferir los resultados obtenidos o la tecnología creada. En el siguiente subtítulo se describe y analiza los elementos generales de los modelos de transferencia que servirán de base para analizar y describir el modelo lineal, interacción-cooperación e híbrido presentados por Harmon et. al., (1997). El modelo lineal, dentro de sus principales objetivos es unir a dos culturas distintas, universidad y empresa, quienes trabajan de manera independiente y con objetivos distintos, por lo tanto, es necesaria la figura de un intermediario denominado “agente de transferencia” que será el responsable de planear, coordinar, establecer medidas preventivas y de corrección durante el proceso de transferencia. El caso de estudio de Goldhor y Lund (1983) es referente para el análisis de este modelo.

El modelo Interacción-cooperación tiene su esencia en el denominado “net work” o trabajo en red, basado en los principios de comunicación, interdependencia,

cooperación e interacción entre los investigadores de la universidad e industria durante el proceso de transferencia. Esta relación estrecha de trabajo hace innecesaria la figura del intermediario o agente de transferencia entre las partes.

El modelo híbrido representa la unión de los modelos lineal e interacción-cooperación, en el cual la figura del intermediario o agente de transferencia es desempeñado por la oficina de transferencia de tecnología, quien se encargará de la comercialización de la tecnología. Por otro lado el proceso de transferencia es realizado bajo los principios del segundo modelo. De la literatura revisada se pueden citar como autores de referencia a Padmanabhan y Souder (1994) y Bozeman (2000).

Los modelos expuestos tienen como objetivo principal, llevar a cabo el proceso de transferencia de tecnología de manera exitosa, su elección para realizar la transferencia del prototipo dependerá de las características de la tecnología, la universidad, la empresa y circunstancias en el entorno económico.

Capítulo IV, Análisis para la Transferencia del Calentador Solar Termoeléctrico. En este capítulo se presenta un estudio de caso donde se analiza por qué transferir la tecnología desarrollada dentro de la universidad a la empresa. Para el análisis se eligió uno de los prototipos creados por el investigador José Guillermo Pérez Luna miembro del Grupo de Microsensores y Circuitos Integrados (GMyCI) del Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en México. El prototipo elegido es denominado “Calentador Solar Termoeléctrico” el cual fue presentado y premiado en el concurso nacional al emprendedor solar en el año 2007. El estudio de caso está organizado en tres secciones, en la primera sección se identifica al GMyCI dentro de la estructura organizacional de la universidad, se describe el proceso de creación, desarrollo, presentación y difusión de la tecnología. En la segunda sección se describe el calentador solar termoeléctrico y sus características que sirven de base para compararlo con calentadores solares similares. Además, en esta sección se realiza el análisis que justifica por qué transferirlo, a través de que mecanismo comercializarlo y el modelo del proceso de

transferencia tecnológica adecuado. Finalmente en la tercera sección se presentan las conclusiones.

1.4 METODOLOGÍA

Para la realización del estudio de caso se utilizaron distintos recursos que podemos clasificar en:

1. Aplicación de recursos para la recolección de datos según la propuesta de Yin, Robert (2009) a) documentos, b) aplicación de entrevista dirigida, c) observación directa y d) características del artefacto físico.
2. Sondeo del mercado nacional para conocer la existencia de algún artefacto similar y que sirviera para compararlo con el calentador solar termoeléctrico con el fin de determinar las mejoras.

De la aplicación de los recursos mencionados en el primer párrafo se obtuvo lo siguiente:

- a) *Documentación del caso.* Su aplicación tuvo como objetivo tener información de tipo documental del proceso de creación y difusión del calentador solar termoeléctrico. Se cuenta con los siguientes documentos:
 - Publicación en los periódicos “El Universal y Milenio”.
 - Convocatorias de congresos donde se expone el avance tecnológico que sirvió para desarrollar el calentador solar termoeléctrico.
 - Proyecto empresarial presentado en el concurso al “Premio al Emprendedor Solar 2007”
 - Fotografía del certificado o reconocimiento de premiación, otorgado al doctor José Guillermo Pérez Luna por la Asociación Nacional de Energía Solar en el año 2007.
- b) *Entrevista.* La aplicación de este recurso tuvo como objetivo conocer el proceso de creación del calentador solar termoeléctrico, desde que se tuvo la idea hasta su posible transferencia por parte del investigador José Guillermo Pérez Luna. Se tuvo la limitación de no poder entrevistar a la alumna Carolina Rickenstorff Parrao y algún miembro de la empresa Metal

Cerámico S.A. de C.V. para enriquecer el relato del investigador; estas limitaciones consistieron en que no se pudo localizar a la alumna y la empresa tiene políticas de confidencialidad.

- c) *La observación directa* tuvo como objetivo conocer la cultura universitaria o de los investigadores que sirviera de referencia para proponer el modelo de transferencia tecnológica adecuado.
- d) *Conocimiento del artefacto físico*. De la descripción de sus características y observación del funcionamiento del calentador solar termoeléctrico se tuvo conocimiento de su potencial.

Los resultados obtenidos de la aplicación de estas herramientas sirvieron para desarrollar en forma parcial el estudio de caso, sin embargo faltaba comparar el calentador solar termoeléctrico con algún producto similar en el mercado y responder a otras preguntas planteadas.

El sondeo para conocer la existencia de algún artefacto similar en el mercado nacional y que sirviera para comparar el calentador solar termoeléctrico fue realizado de la siguiente forma:

Para la búsqueda de algún invento similar al calentador solar termoeléctrico que se comercialice en el mercado nacional, se buscaron fuentes o instituciones formales y reconocidas que le dieran validez a la búsqueda. Bajo este orden de ideas se eligió a la Asociación Nacional de Energía Solar A.C.¹. (ANES) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía² (CONUEE), ambas instituciones cubren los requisitos que se buscaban. La ANES cuenta con un padrón de empresas denominadas “industria solar” quienes se dedican exclusivamente a la fabricación de productos que generan otros tipos de energía a

¹ La asociación Nacional de Energía Solar es una asociación civil mexicana sin fines de lucro, cuyos objetivos estatutarios son: “Proporcionar un foro para la discusión de ideas, la comparación o intercambio de resultados y, en general, la divulgación y promoción de la utilización de la Energía Solar en sus manifestaciones de radiación solar y del aprovechamiento de los fenómenos que producen en forma indirecta como la energía del viento, la biomasa, la hidráulica”, <http://www.anes.org> fecha de consulta 5 de agosto de 2011.

² Es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía con autonomía técnica y operativa. Su objetivo es promover la eficiencia energética, <http://www.conuee.gob.mx> fecha de consulta 5 de octubre de 2011.

través del aprovechamiento de energía solar o eólica y la CONUEE en el año 2009 publicó un directorio de empresas que fabrican o comercializan calentadores solares en México. Una vez que se determinó cómo se realizaría la búsqueda, el siguiente paso consistió en establecer o seleccionar las características que servirían para comparar, ya que nos dimos cuenta que existe gran diversidad de calentadores solares cuyas características los diferencia en cuanto a materiales con los que son fabricados y solo por mencionar algunos detalles contempla tipo de material, espesor, aislantes, número de tubos, tipo de recubrimiento y demás especificaciones técnicas que es difícil entender por lo técnico del lenguaje etc.; además no se podían seleccionar como comparación algún tipo de material ya que el principal componente ocupado para el calentador solar termoeléctrico son celdas termoeléctricas. Entonces, se eligió una característica que hiciera homogénea a toda la búsqueda a realizar, esta característica es la capacidad del tanque para calentar y abastecer agua en doscientos litros, a partir de ésta elección las características secundarias que se seleccionaron fueron: vida útil, precio y potencial para generar cierto rango de temperatura para el calentamiento de agua.

La búsqueda se inició a través de la ANES y consistió en consultar cada sitio web de las empresas que denominan “industria solar”, consultando su catálogo de productos y localizando al calentador solar con capacidad de doscientos litros para elaborar una base de datos con las características seleccionadas para comparar. Las limitaciones que se tuvieron al elaborar la base de datos consistieron en que no todas las empresas ofrecen calentadores con capacidad de doscientos litros exactos y la mayoría de empresas no agrega precio de los artículos que comercializan. La búsqueda continuó con la consulta de las empresas del directorio de la CONUEE en donde se tuvieron las mismas limitaciones y además se determinó que el padrón no está actualizado y varias empresas no se pudieron localizar. Estas limitaciones se trataron de subsanar realizando llamadas telefónicas solicitando datos que dieran solidez y haciendo énfasis para conocer el precio, sin embargo no en todos los casos se tuvo éxito. A continuación se

presenta el listado de empresas que ofertan un calentador solar de agua con capacidad de tanque de doscientos litros y que sirvió para realizar el análisis.

NÚM.	EMPRESA	ASOCIADO DE
1	Saecsa Energía Solar S.A. de C.V.	CONUEE
2	Empresas Plaspack	CONUEE
3	Geiser Ecotecnias S.A de CV	ANES
4	Sistemas Innovadores de Energía Solar S.A. de C.V.	CONUEE
5	Alternativa Energética S.A. de C.V.	CONUEE
6	Sistemas Solares DITA	ANES
7	Calentadores Solares Monarca S.A. de C.V.	ANES
8	Tecnolosol	ANES
9	Desarrollo de Productos S.A. de C.V.	ANES
10	Enalto Solar	ANES
11	Frantor Calentadores Solares	ANES
12	Metal Cerámico S.A. de C.V.	CONUEE
13	Funconsa S.A. de C.V.	ANES
14	Mogamex Solar S.A. de C.V.	ANES
15	Distribuidora Nuevas Tecnologías	ANES
16	Ferremas S.A. de C.V.	ANES
17	Sodes México S.A. de C.V.	ANES
18	Damesol S.A. de C.V	CONUEE
19	Modulo Solar S.A. de C.V.	ANES
20	Energías Renovables	ANES
21	Colecsol Calentadore Solares	ANES
22	E3 Capital S.A. de C.V.	CONUEE
23	Energía Alternas del Centro	CONUEE
24	Tecnologías Solares Sun-Radian S. de R.L. de C.V.	CONUEE
25	Instalaciones Técnicas Especializada S.A. de C.V.	CONUEE
26	Energy O Sole S. de R.L. de C.V.	CONUEE
27	Ecosolaris Energy	CONUEE
28	Grupo Mitra	CONUEE
29	Sol Gratis Equipos	CONUEE
30	Suno Calentadores	CONUEE
31	Kif Servicios Empresariales S.C. de R.L. de C.V.	CONUEE
32	Renovasol	CONUEE
33	Servicio de Asesoría y Conexión Eléctrica	CONUEE
34	Sistemas de Ecología Solar S.A. de C.V	CONUEE
35	Thermosol S.A. de C.V.	CONUEE

NÚM.	EMPRESA	ASOCIADO DE
36	Acqua Sole Distribuidores	CONUEE
37	Energía Alternativa Proenergy	CONUEE
38	Casa Solar Distribuidores	CONUEE
39	Calentadores Solay	CONUEE
40	Kanndas Solar S.A. de C.V.	CONUEE
41	Santa María Manantial	CONUEE
42	Energía Solar San Luis Potosí	CONUEE
43	Enernat S.A de C.V	CONUEE
44	Sistemas de Energía Inteligente S.A de C.V	CONUEE
45	Energía Renovable de Tlaxcala S.A. de C.V.	CONUEE

La base de datos está integrada por cuarenta y cinco empresas asociadas a la ANES y CONUEE quienes ofertan un calentador con capacidad de doscientos litros. Una vez que se contaba con la base de datos se pudo realizar el análisis y determinar mejoras.

La aplicación de los todos los recursos dan solidez a estudio de caso presentado en el capítulo cuatro, así como las conclusiones finales.

CAPÍTULO II

INNOVACIÓN

La aportación de Schumpeter y la importancia de la innovación

Conceptualización de innovación

Tipos de innovación

Origen de la innovación tecnológica

Proceso de innovación

CAPÍTULO II

INNOVACIÓN

2.1 LA APORTACIÓN DE SCHUMPETER Y LA IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN

El economista austriaco, Joseph Alois Schumpeter, fue el primero en identificar la importancia de la innovación en la economía, que expone en su obra *Teoría del Desarrollo Económico* (1911[1967:74-75]) explicando que el desarrollo económico es el resultado de los cambios de la vida económica que tengan origen en el interior, es decir en la esfera de la vida industrial y comercial, sin ser impuestos desde el exterior. Más fundamentos los presenta en *Capitalismo, Socialismo y Democracia* (1942 [1971:120]) donde afirma que “el impulsor del capitalismo son las nuevas combinaciones que suponen el empleo de recursos productivos en usos no probados”. Este autor define innovación como la creación de una nueva función de producción o nuevas combinaciones que pueden darse en cinco formas:

1) la introducción de un nuevo producto o de nueva calidad, 2) la introducción de un nuevo método de producción, 3) la apertura de un nuevo mercado, 4) la conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento y 5) la creación de una nueva organización de cualquier industria (Schumpeter 1911[1967]:77)

En el párrafo anterior se puede vislumbrar cómo Schumpeter conceptualiza a la innovación de manera amplia y a la vez compleja, en la que cada forma de innovar es un tema de estudio e investigación, su aportación es fundamental en el tema de innovación y a partir de él se realizan más trabajos de investigación, teniendo presente que la innovación es el factor determinante para el desarrollo económico de la industria, alguna región y de países enteros, ya que acelera o sostiene el ritmo de crecimiento de la economía e incluso modificar el rumbo del progreso económico que conduce a la apertura de nuevos horizontes y en caso de su

ausencia se llegaría al estado estacionario de la economía (Fagerberg, 2005; Rothwell, 1985; Freeman 1974[1975]).

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE INNOVACIÓN

La innovación tiene como esencia la novedad y el cambio o impacto en los patrones de comportamiento de la población, expresada en la siguiente definición “es el acto de introducir algo nuevo que induce al cambio, especialmente en los consumidores en sus costumbres o usos” (Herbig y Kramer, 1993:4), aunque no únicamente es un acto sino un proceso complejo, también es la solución de problemas que requieren la creación y descubrimiento que implica un proceso intensivo en conocimiento, percibida y realizada cuando se produce la primera transacción comercial (Mowery y Rosenberg, 1989 [1992]; Dosi, 1988; Freeman, 1974[1975]).

También, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha publicado el *Manual de Oslo*, en el cual establece una guía para la recolección e interpretación de datos sobre innovación con la finalidad de cuantificar la innovación que se lleva a cabo en los países miembros; para ello define distintos conceptos entre ellos innovación “es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones externas” (OCDE, 2005:56), esta definición expresa cuatro formas de innovar, (producto, proceso, mercado y organización) idénticas a las que identifica Shumpeter. En el presente trabajo y concretamente en este capítulo se analizará la innovación de producto o también denominada innovación tecnológica, para ello es necesario previamente conceptualizar invento y su relación con la innovación tecnológica.

¿Qué es invento?

Invento es la idea de un nuevo producto o proceso, sin embargo, el invento no es únicamente la idea, algo intangible, sino la idea materializada de la que resulta

algo nuevo ya sea un esbozo o un modelo para un dispositivo, producto, proceso o un sistema nuevo o perfeccionado (Fagerberg, 2005:4; Rothwell, 1985:167; Freeman 1974[1975]:26). Invento es “aquel producto o proceso que ocurre en el ámbito científico-técnico y perdura en el mismo (ciencia pura o básica)” (Schumpeter,1939; citado en Freeman 1974[1975]:26), esta definición reafirma el hecho de que los inventos han surgido en los lugares donde se realiza investigación entre ellos los laboratorios y centros de investigación de las universidades.

Las teorías o enfoques que explican el surgimiento de los inventos son: a) el enfoque trascendentalista que afirma que el invento es resultado de la inspiración o genio del inventor, b) el enfoque mecanicista que hace énfasis en que los inventos se producen como respuesta a necesidades concretas especialmente de carácter económico y c) la síntesis acumulativa exponiendo que un invento grande es el resultado de la acumulación de otros inventos, a estos últimos se les denominan inventos individuales. El invento individual es el resultado de la percepción del problema o de la captación del nivel de satisfacción; una vez captado el problema se reúnen los elementos necesarios para su solución junto con el acto de intuición, en donde se encuentra la solución esencial; para finalmente pasar a la revisión crítica o acomodo de todos los elementos en el contexto total (Usher, 1955 citando en Ruttan, 1971[1979]:70-72 y en Sagasti, 1981:116-117).

Se debe subrayar que el invento no es innovación, en otras palabras el invento no necesariamente se convierte en innovación, de hecho existen inventos que conservan su estado de inventos únicamente, por otro lado, hay inventos que han llegado a ser innovación. En éste análisis se pretende exponer la relación entre el invento y la innovación tecnológica.

El vínculo entre invento e innovación es denominado “time lag” que puede ser interpretado como “espacio de tiempo” o “proceso de emparejamiento”, concretamente es el tiempo que requiere el invento para convertirse en innovación, dicho espacio de tiempo pueden ser años e incluso décadas, todo depende del grado de desarrollo del propio invento o de los ajustes y cambios

necesarios que requiera (Fagerberg, 2005:4; Freeman 1974[1975]:173; Mansfield, 1968:100). Algunos inventos pueden ser materializados y convertidos en innovación rápidamente, debido a la existencia previa de aplicaciones, herramientas o sistemas y la apertura hacia el cambio por parte de los usuarios potenciales; en los casos de “time lag” largo se debe a que aún no existe los elementos, sistemas y herramientas para lograrlo.

Innovación tecnológica

La innovación tecnológica surge cuando el invento tiene su aplicación de carácter económico y además es exitosa, es por ello que la mayoría de definiciones tiene como base el invento. A continuación se presentan distintas definiciones de manera textual:

- “... es la introducción de un nuevo bien -esto es, uno con el que no se hayan familiarizado los consumidores- o de una nueva calidad” Schumpeter (1911[1967]:77).
- “Es el invento en la vida práctica, combinando distintos tipos de conocimientos, capacidades, habilidades y recursos” (Fagerberg, 2005:4-5).
- “Es el proceso por el cual un invento o una idea es trasladada en la economía para su uso” (Herbig y Kramer, 1993:4).
- “...es una idea, practica u objeto que es percibido como nuevo por un individuo o por otras unidades de adopción” (Rogers, 1983:11).
- “...es la introducción de un bien o de un servicio nuevo, significativamente mejorado en cuanto a sus características o al uso que se destina (OCDE, 2005:58).

De acuerdo a las definiciones presentadas, nos parece importante rescatar los elementos: nuevo, combinación de conocimientos, habilidades y recursos; y su aplicación en la economía. Estos elementos son los que hacen al invento convertirse en innovación.

La innovación tiene como condición ser percibida como nueva, su función es introducir la novedad en la esfera económica (Rogers, 1983; Ruttan, 1979; Fagerberg, 2005). *El Manual de Oslo* delimita el alcance de la novedad en tres formas: 1) nuevo para la empresa, 2) nuevo para el mercado y 3) nuevo para el mundo entero; la diferencia entre los dos últimos, reside en que nuevo para el mundo es cualitativamente superior a nuevo para el mercado. El mercado es delimitado como el espacio donde interactúan sus competidores y la empresa, en cambio el mundo entero se refiere a todos los mercados, todos los sectores de actividad nacionales e internacionales (OCDE 2005, 69-70).

Si bien es cierto, la función de la innovación es la introducción de la novedad, al mismo tiempo surge la incertidumbre y el riesgo, ambos factores en alto grado representan barreras que pueden inhibir la innovación. A menudo la incertidumbre se asocia a la posibilidad de fracaso derivado quizás de los juicios erróneos de mercado y también porque representa hacer algo que no se había realizado antes (Freeman, 1974[1975]; Schumpeter, 1979). Dosi (1988), identifica la incertidumbre desde el momento en que se plantea el paradigma tecnológico, durante la etapa inicial o en el pre-paradigma el nivel de incertidumbre es muy alto, ya que es difícil predecir con precisión el costo y el rendimiento o desempeño de las nuevas combinaciones, pero a medida que el paradigma es establecido la incertidumbre es reducida pero jamás desaparece.

También, la incertidumbre es asociada con la falta de certeza en la reacción de los nuevos usuarios y su decisión final de adoptarlo o rechazarlo (Pavitt, 2005; Rogers, 1983; OCDE, 2005). Otro fenómeno que aparece de manera alterna con la incertidumbre es el riesgo e incluso tienen relación directa, es decir a mayor incertidumbre mayor riesgo y viceversa a menor incertidumbre menor riesgo. A pesar de la existencia de estos fenómenos es válido cuestionar ¿por qué o para qué innovan las empresas? La respuesta inmediata es para generar desarrollo económico, sin embargo, existen más argumentos a nivel microeconómico o empresa que quizás son obvios pero se considera necesario mencionarlos. Las empresas innovan para competir y estar presentes en el mercado que está sujeto al cambio continuo, con el fin de lograr la superioridad sobre sus competidores y

una vez que ha logrado una posición, el objetivo será conservarla y elevar al máximo los beneficios obtenidos, por lo tanto la innovación es esencial para conservar el sitio en el mercado (Koberg *et al.* 2003; Freeman, 1974[1975]; Mowery y Rosenberg, 1989[1992]; Schumpeter, 1942[1971]).

Mansfiel (1968:104-105) expone otros factores que motivan a las empresas a innovar, de los cuales los más importantes son: 1) la estimación de la tasa de retorno o rendimiento que se obtenga, 2) la inversión de capital que se deba realizar, 3) la estimación de todos los costos. De los tres factores el más importante es el primero y sobre todo debe compensar el nivel de incertidumbre y riesgo que asumirá la empresa al decidir innovar.

2.3 TIPOS DE INNOVACIÓN

La innovación trata de “nuevos” o “significativamente mejorados”, estos términos introducen al reconocimiento o diferenciación de la innovación que puede ser radical o incremental. La decisión de innovar radical o incrementalmente es basada en la magnitud y el costo del cambio que representa cada tipo de innovación, la estrategia de mercado, el tamaño de la organización, la estructura organizacional, además de la justificación de la utilidad que se espera recibir teniendo como objetivo principal la sostenibilidad económica, poseer una ventaja competitiva y la supervivencia a largo plazo (Ettlie *et al.* 1984). En sentido estrictamente económico ésta decisión es tomada en función de la posición establecida en el mercado y según el ambiente de competencia, por lo tanto la decisión de llevar a cabo un tipo de innovación obedece juicios comerciales, económicos, organizacionales y tecnológicos (Mowery y Rosenberg, 1989[1992]:17; Schumpeter, 1971(1979):37-38).

La estrategia de mercado que adopte una empresa puede ser ofensiva o defensiva, conduciéndolos a ser innovadores radicales o incrementales respectivamente, otros los denominan innovadores activos o innovadores pasivos (Freeman, 1974[1975]:266; Swords, 1984:11).

La diferencia esencial entre la innovación radical e incremental es:

- a) El grado de conocimiento incorporado
- b) El grado de novedad
- c) La discontinuidad o continuidad

Las dos primeras características están relacionadas directamente y dependen una de la otra. La discontinuidad o continuidad son efectos propiciados por la innovación, se dice que es discontinuo cuando se refiere a que ha cambiado totalmente el patrón de comportamiento de los usuarios o consumidores y continuidad se refiere a la realización de mejoras o ajuste a la innovación pero que no propician un cambio en el patrón de comportamiento (Deward y Dutton 1986:1423).

Koberg *et al.* (2003) elaboró un estudio en el que analiza la influencia de algunos factores que propician cada tipo de innovación, entre los que se encuentra: a) el dinamismo ambiental refiriéndose a los cambios globales del medio en el que se encuentran, el comportamiento de los proveedores, consumidores, clientes; b) las características organizacionales como tamaño, antigüedad o grado de madurez y los vínculos internos de la empresa; c) características del proceso analizando cómo ocurren los eventos de improvisación, experimentación y transición de los proyectos de innovación; y d) las características de dirección o gestión en las que analiza cómo ciertas características de los directivos influyen para impulsar algún tipo de innovación, las variables que elige para su estudio son: la edad del directivo y el nivel de la posición en la empresa. En los párrafos siguientes se mencionará cómo estas características influyen en cada tipo de innovación.

2.3.1 Innovación radical

La innovación radical o de alto nivel es reconocida por Schumpeter (1911[1967]:77) al decir que “las nuevas combinaciones suponen la eliminación de las antiguas”. Este principio descansa en el hecho del “cambio incesante de la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y

creando continuamente nuevos elementos, a esto se le denomina *destrucción creadora*" (Schumpeter,1942[1971]:120). Por lo tanto la innovación radical es el motor de la economía y la competencia que le permite salir de las épocas estacionarias o de nulo crecimiento, dando lugar a la fundación de nueva empresas y nuevas familias industriales (Schumpeter, 1971[1979]).

Autores posteriores coinciden con ésta conceptualización y afirman que innovar radicalmente es cambiar totalmente los bienes o tecnología haciendo obsoletos los antiguos, creando nuevas necesidades, estableciendo nuevos patrones de comportamiento, propiciando el cambio o redefinición de industrias, abriendo nuevos mercados y ofreciendo nuevas soluciones a problemas que crea ventajas competitivas, además de causar un gran impacto en la esfera económica y social (Koberg *et al.*, 2003; Deward y Dutton 1986; Ettle *et al.*, 1984; Enderson y Clark; Herbig y Kramer, 1993; Tushman y Anderson 1986, Freeman, 1974[1975]). También, la innovación radical es caracterizada por la discontinuidad tecnológica y de mercado a nivel macro, en donde dichas discontinuidades propician un período de fermentación tecnológica que termina cuando aparece una clase de producto (Herrmann *et al.*, 2007; Herbig 1993; Tushman y Anderson, 1986). Los innovadores radicales, desde el enfoque de empresa, no solo afecta a cierta población o la población de la organización, sino que incluye a todos aquellos con los que tiene relación de interdependencia (Tushman y Anderson, 1986).

La estrategia innovadora ofensiva está asociada a éste tipo de innovación ya que pretende conseguir el liderazgo técnico y de mercado colocándose a la cabeza de sus competidores en la introducción de nuevos productos, lo cual supone a una organización que realiza actividades intensas de investigación aplicada (I+D), además de una relación estrecha con el sistema científico-tecnológico mundial que le permitirá una explotación rápida de nuevas posibilidades que serán reflejadas dentro de la organización, con una gran capacidad para resolver problemas de diseño, construcción y comprobación de prototipos y plantas piloto (Freeman, 1974[1975]:259-264).

Como elementos generales de la innovación radical se pueden mencionar:

- a. Las ideas de innovación están en el medio y solo pueden ser materializadas, si previamente se ha generado el nuevo conocimiento para llevarse a cabo (Deward y Dutton, 1986:1424).
- b. Es realizada por aquellas firmas que estén dispuestas a enfrentar el “status quo” o estado de comodidad y equilibrio, con disposición a transformarse o en su defecto a desaparecer (Koberg *et al.* 2003:23).
- c. Su alcance y amplitud es mayor, derivado del replanteamiento de la heurística del paradigma tecnológico (Enderson y Clark, 1990:9).
- d. El nivel de incertidumbre y riesgo son altos (Herbig, 1993:4).
- e. Es discontinua, es decir modifica los patrones de comportamiento de los usuarios o consumidores y por lo tanto el grado de novedad es alto.
- f. Aparece en un capitalismo competitivo.

La generación de nuevo conocimiento es la fuente de la innovación radical conjugada con la capacidad de la organización y los recursos materiales; la capacidad de la organización se refiere al hecho de contar con especialistas en ciertas ramas de investigación, además de los ingenieros y técnicos, quienes poseen el conocimiento tácito, obteniendo como resultado diversidad de conocimiento, además de distintas perspectivas que les permite captar las ideas, adoptarla y llevarlas a cabo; es decir son organizaciones dinámicas capaces de construir, adaptar, integrar y reconfigurar las oportunidades. (Dewar y Dutton, 1986; Herrmann *et al.*, 2007).

Según Koberg *et al.* (2003), los factores que propician la innovación radical son el dinamismo ambiental, las características organizacionales -antigüedad, tamaño de la empresa y vínculos internos, destacando que las organizaciones grandes y antiguas tienden a no innovar radicalmente-; las características de proceso que llevan a cabo son la experimentación y la transición de un proyecto a otro; y finalmente la edad del directivo relacionada con la posición en la organización –de la cual se afirma que a menor edad mayor motivación por ser radical, siempre y cuando su posición en la estructura organizacional le de poder para llevarla a

cabo. Estas afirmaciones también fueron contrastadas con la expuestas Ettlíe *et al.* (1984). Respecto a la conclusión de Koberg *et al.* (2003) quien sostiene que la grandes organizaciones tienden a no innovar radicalmente hay lugar a cuestionarlo, ya que Nelson (1971[1979]) afirma que las grandes empresas por su condición necesitan estar ligadas con el sistema científico-tecnológico para fabricar nuevos productos y además tienen la capacidad económica para financiar la investigación básica y aplicada; consiguiendo su permanencia en el mercado.

2 3.2 Innovación incremental

La innovación incremental o de bajo nivel, introduce cambios menores a los productos, construyendo sobre lo existente que requiere modificaciones y/o ajustes en su función para el uso práctico o simplemente extiende los diseños establecidos (Enderson y Clark, 1990; Koberg *et al.*, 2003; Deward y Dutton, 1986). Uno de los argumentos que explica este tipo de innovación, expone que las empresas que innovan incrementalmente son aquellas que tienen una posición de monopolio y por lo tanto se pueden dar el lujo de únicamente realizar mejoras que requiere hacer cambios internos en la organización, ya sea en los procedimientos de producción, programas de entrenamiento, estableciendo política de mejora continua etc. (Schumpeter, 1971[1979]:37; (Koberg *et al.*, 2003:23-24).

Bajo éste orden de ideas, la innovación incremental puede ser: a) continua o evolucionada introduciendo un producto modificado con cambios menores o ajustes muy pequeños reflejado en un nivel de riesgo bajo; b) modificada o dinámicamente continua, la cual agrega en mayor grado cambios o modificaciones en el producto en comparación con la “continua” pero sin alterar el patrón general (Herbig y Kramer, 1993:7). Por lo tanto, su naturaleza hace que su impacto en el mercado y en la sociedad sea menor, como resultado el grado de incertidumbre y riesgo son bajos. Además no requiere una alta concentración de especialistas o investigadores, técnicos e ingenieros dedicados a la investigación aplicada.

Por otro lado, la innovación incremental tiende a aparecer en períodos de relativa estabilidad económica que permite a las empresas llevar a cabo una estrategia de mercado de crecimiento y diversificación para perpetuarse sin correr riesgos, a la vez que centran su atención en el propio proceso de innovación y en la reducción de costos (Herrmann et al., 2007).

Éste tipo de innovación es vinculado con la estrategia de mercado defensiva, ya que trata de llevar a cabo una política de innovación que no busca ser el primero en el mundo pero tampoco quiere ser dejado atrás del cambio tecnológico y por ende excluido del mercado. Como se mencionó anteriormente, el innovador incremental no desea asumir el riesgo e incertidumbre a la que se enfrentan los radicales, por lo tanto aprovecha la posición establecida de un producto o servicio y solo realiza mejoras o ajustes. Su función es de adaptación que se ve reflejado en poca incorporación de conocimiento, a la vez que no necesita tener una relación estrecha con el sistema científico-técnico. Algunos innovadores radicales pueden hacer uso de ambas estrategias, ofensiva y defensiva, observable cuando entran al mercado con alguna innovación radical y tratan de mantener su posición con innovación incremental asumiendo que las modificaciones son a corto plazo. (Freeman, 1974[1975]:266-267).

Koberg *et al.* (2003) concluye en su estudios que los factores que estimulan la innovación incremental son: el dinamismo ambiental, el establecimiento de vínculos internos y que a mayor edad del directivo y falta de poder-autoridad en la estructura organizacional mayor innovación incremental.

2.3.3 Otra propuesta de tipo de innovación e imitación

La innovación arquitectónica es identificado por Enderson y Clark (1990), describiéndola como la propuesta de cambiar la forma en que los componentes del producto (artefacto), son unidos es decir la presentación del producto final, pero sin cambiar la los principios básicos del diseño y del propio conocimiento.

El imitador es aquel que va detrás de los líderes tecnológicos, copiándolos casi idénticamente, la distancia que lo separa de los líderes puede ser corta o larga, según las circunstancias particulares de la empresa. Las ventajas que ofrece adoptar ésta posición son: 1) incurrir en costos bajos, 2) no asumir riesgo y 3) enfrentar bajo grado de incertidumbre; además no incorpora nuevo conocimiento. Su dificultad se basa en la elección del producto a imitar, que es determinado según la información del mismo medio (Freeman, 1974[1975]:268)

2.4 ORIGEN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El conocimiento es conceptualizado como un “factor de producción dinámico” dentro de todo el proceso de innovación que tiene aplicación constante, por lo tanto, es necesario su maximización y aprovechamiento (Anderson *et. al.* 1989:2). La innovación tecnológica tiene su origen en el conocimiento. Musson y Robinson (1969) afirman que la relación conocimiento-innovación fue identificada desde las primeras etapas de la Revolución Industrial. En su estudio demuestran la existencia de redes íntimas y multitudinarias entre la comunidad de empresarios y científicos.

El conocimiento como origen de la innovación es clasificado en científico y tecnológico, los cuales se analizarán en los párrafos siguientes.

2 4.1 Conocimiento científico

El conocimiento científico es el resultado de la investigación básica, también es “la actividad humana encaminada hacia el avance de este conocimiento, fundamentado en la realización de experimentos reproducibles, que adquieren valor económico cuando pueden emplearse para pronosticar los resultados de problemas prácticos” (Nelson, 1971[1979]:139). El conocimiento científico es conceptualizado como el resultado final de un proceso inductivo de articulación y codificación del conocimiento originado en forma tácita y adquirida por medio de procesos de aprendizaje (Antonelli, 2005:55).

El avance y acumulación de más conocimiento o nuevo conocimiento científico, es la base sobre la que se construye la innovación; ya que se pueden tener ideas de inventos pero si estos no pueden realizarse por la falta de suficiente conocimiento, se opta por el ensayo y error, que a su vez implica mayor costo, tiempo y poca posibilidad de convertirse en innovación. Bajo estos argumentos el conocimiento científico abre nuevas posibilidades de avances tecnológicos ya que a mayor conocimiento mayor posibilidad de éxito en la actividad de invención, menor costo en su realización y mayor posibilidad de convertirse en innovación (Nelson, 1979[1979]). Las universidades son el principal generador de conocimiento científico ya que dentro de sus instalaciones se estudian las ciencias puras o básicas y por ende a la investigación básica (Dosi, 1988:1136).

2.4.2 Conocimiento tecnológico

Dosi (1988) plantea el conocimiento tecnológico como el resultado del paradigma tecnológico, a través del paradigma se define contextualmente las necesidades a cubrir, los principios científicos para resolverlos, el material tecnológico a utilizar. Su conceptualización es presentada en el siguiente párrafo:

...a technological paradigm can be defined as a "pattern" of solution of selected techno economic problems base on highly selected principles derived from natural sciences, jointly with specific rules aimed to acquire new knowledge and safeguard it, whenever possible, against rapid diffusion to the competitors
(Dosi, 1988:1127)

La interpretación del párrafo anterior se resume en: a través del paradigma tecnológico se plantea las soluciones a problemas tecno económicos, basados en principios científicos junto con reglas específicas. El conocimiento generado y adquirido debe ser salvaguardado de la rápida difusión entre los competidores. Para resolver el paradigma tecnológico previamente debe existir suficiente conocimiento científico. También menciona que el propio paradigma tecnológico es tanto un ejemplar u objeto (artefacto) como la heurística de ese mismo objeto,

en el que se plantea el por qué y para qué es el objeto, generando como consecuencia el cambio tecnológico. Cupani (2006), sostiene que los artefactos son portadores de conocimientos y teorías.

Bajo otra perspectiva el conocimiento tecnológico es “el conocimiento de lo que está por ser; el conocimiento de lo posible o conocimiento de naturaleza funcional” (Skolimowski, 1983; Simon, 1981; Kroes, 2001; citados en Cupani, 2006:358), finalmente se puede decir que el conocimiento tecnológico tiene como objetivo la solución de problemas. Si el conocimiento científico es generado en las universidades, dónde se genera el conocimiento tecnológico.

La industria es el lugar donde se genera el conocimiento tecnológico y organizacional para todo el sistema económico, a través de la integración de los procesos de aprendizaje y las actividades formales de investigación y desarrollo (I+D); incluso se dice que la empresa es el laboratorio de investigación industrial, donde la ciencia aplicada y la invención se enlazan estrechamente y los inventos ofrecen la solución a problemas (Antonelli, 2005:57; Nelson, 1979:140). La Investigación y desarrollo es una actividad de investigación dirigida al diseño, construcción y prueba del artefacto que requiere cierto grado de especialización profesional (Mowery y Rosenberg, 1989[1992]; Freeman 1974[1975]; Pavitt, 2005).

Nieto y Pérez (2006) analizan ciertas características del conocimiento tecnológico de acuerdo a: a) su grado de codificación, b) la posibilidad de ser enseñado, c) observable por el uso, d) su nivel de complejidad y e) dependencia de algún sistema, que se describen en los siguientes párrafos:

- a) El grado de codificación se refiere a la posibilidad de que el conocimiento pueda ser reducido a información, a través de dibujos, formulas, números o palabras, al cual se le denomina conocimiento explícito, articulable o específico. Sin embargo no todo el conocimiento puede ser codificado o reducido a información, a este tipo de conocimiento se le denomina tácito. El conocimiento tácito es aquel que los individuos poseen y han adquirido a través de la experiencia y del desarrollo de sus propias habilidades pero que es difícil de plasmarlo en manuales, formulas, dibujos, etc., por lo tanto

solo se puede transmitir o compartir, y quizás no en su totalidad, con aquellos que poseen un perfil similar y dentro del lugar de generación del conocimiento es decir dentro de la industria (Dosi, 1988:1126; Antonelli, 2005:51).

- b) La posibilidad de que el conocimiento pueda ser enseñado a través de la formación es enfocado a aprender el conocimiento tácito, para lo cual requerirá la solución de casos prácticos además del acompañamiento al maestro durante el desempeño de su trabajo y la comunicación personal. El proceso de aprendizaje requerirá de periodos de experiencia, práctica y dominio hasta adquirir el conocimiento.
- c) El grado en que el conocimiento se puede observar cuando se usa o aplica, está ligado o expuesto a la imitación por sus competidores.
- d) El nivel de complejidad, se refiere a la cantidad de información que se transmitirá o procesará, además de las competencias necesarias para poder ejecutar el conocimiento en innovaciones.
- e) El grado de dependencia puede ser alto, medio o bajo y se refiere a la dependencia con distintos conocimientos tecnológicos desarrollados por otros equipos de investigación relacionados con el mismo proyecto de innovación.

2.5 PROCESO DE INNOVACIÓN

La innovación es un proceso total, Rothwell (1994) ha plasmado cómo a través de los años el proceso de innovación ha ido evolucionando en respuesta a los cambios en el entorno económico además de la intensificación de la competencia, que ha dado lugar a la conversión de las organizaciones en flexibles que crean vínculos de trabajo con todos aquellos que de manera directa o indirecta están involucrados. Dicha evolución la ha denominado “5G procesos de innovación” (cinco generaciones de procesos de innovación).

La primera generación tuvo lugar a partir del año 1950 y mediados de la década de 1960, durante esos años la población mostró apertura y actitud de aceptación

hacia los avances científicos e innovación, viéndolos con el potencial para la solución de los problemas de aquellos años, por otro lado, hubo crecimiento económico que se vio reflejado en la creación de empleos y bienestar; en ese momento y bajo esas circunstancias el proceso de innovación es identificado como una progresión lineal, desde el descubrimiento científico pasando a su desarrollo tecnológico en la industria y finalmente es llevado al mercado.

La segunda generación inició a mediados de la década de 1960 y finaliza al inicio de la década de 1970; durante esta generación la concentración de las industrias aumento así como la competencia entre ellas quienes tuvieron que intensificar sus estrategias y campañas de mercadotecnia. Bajo las circunstancias de alto grado de competencia esta generación se enfocan a las necesidades del mercado o a lo que denominan “demand pull”, modificando el proceso de innovación, que inicia con la identificación de necesidades del mercado sobre las que se diseña y desarrolla para después manufacturar, una vez obtenidos los productos son respaldadas por el proceso de mercadotecnia y finalmente son vendidas.

La tercera generación inicia al principios de la década de 1970 y termina a mediados de la década de 1980 durante esos años se vivieron dos crisis de petróleo que generó desempleo, estanflación, entre otros; dando como resultado que las empresas establecieran estrategias de racionalización y consolidación, pero conservando el aprendizaje de las generaciones anteriores sobre todo el enfoque al mercado, la flexibilidad y los vínculos de trabajo. El proceso de innovación continua siendo lineal pero con retroalimentaciones en cada paso o bloque e incluso se convierte en un proceso complejo.

La cuarta generación inicia a principios de 1980 y termina a principios de 1990, durante esta generación las empresas acuerdan alianzas estratégicas respaldadas por el gobierno; el modelo se diferencia de los demás porque ya no es lineal sino paralelo e integra a todas las empresas con las que se ha aliado. Este nuevo proceso de innovación les permite convertirse en innovadores rápidos que responden a las necesidades del mercado, por lo tanto los inventos creados tienen alta probabilidad de convertirse en innovación.

A principios de 1990 aparece la quinta generación. Es el desarrollo o extensión de la cuarta generación caracterizada por que la tecnología y el cambio tecnológico “cambian por sí mismos”, sus principales elementos son: la integración, estructuras organizacionales más flexibles apoyadas en la tecnología de la información, el establecimiento de vínculos de colaboración verticales y horizontales sólidos y el paralelismo que le permite tener acceso a la información en tiempo real. El proceso de innovación de esta quinta generación es denominado “proceso de acumulación del saber hacer” presentado en la figura 1, donde se puede observar el proceso de innovación del “producto” o P1 se convierte en P2 y después a P3, aclarando que no necesariamente sigue ese orden, ya que puede ser que P3, se convierta en P1 y después en P2. La esencia de este modelo reside en el conocimiento o el saber hacer y su aprendizaje tanto interno como externo. El aprendizaje interno es subdividido en distintos tipos de aprendizaje: a) aprendizaje a través del desarrollo, b) aprendizaje en el muestreo, c) aprendizaje en la práctica, d) aprendizaje a través del error, e) aprendizaje por el uso e integración vertical y f) interrelación del aprendizaje . Sobre los tipos de aprendizaje que más se ha escrito se refieren a los incisos a, c, d. El aprendizaje a través del desarrollo se adquiere con el uso o la propia experiencia con el producto, el aprendizaje en la práctica se adquiere a través de la repetición de tareas y el aprendizaje a través del error se adquiere cuando se captura información importante para mejorar o reorientar el camino (Maidique y Zirger 1985:305-306). El aprendizaje externo es adquirido a través de: los proveedores, principales usuarios, los asociados, la literatura, las acciones de los competidores, retroalimentaciones de los usuarios, nuevo personal contratado, etc. El proceso de innovación de esta quinta generación es un proceso muy complejo basado en el conocimiento-aprendizaje y además el uso de las tecnologías de la información es indispensable para tener información del mercado en tiempo real.

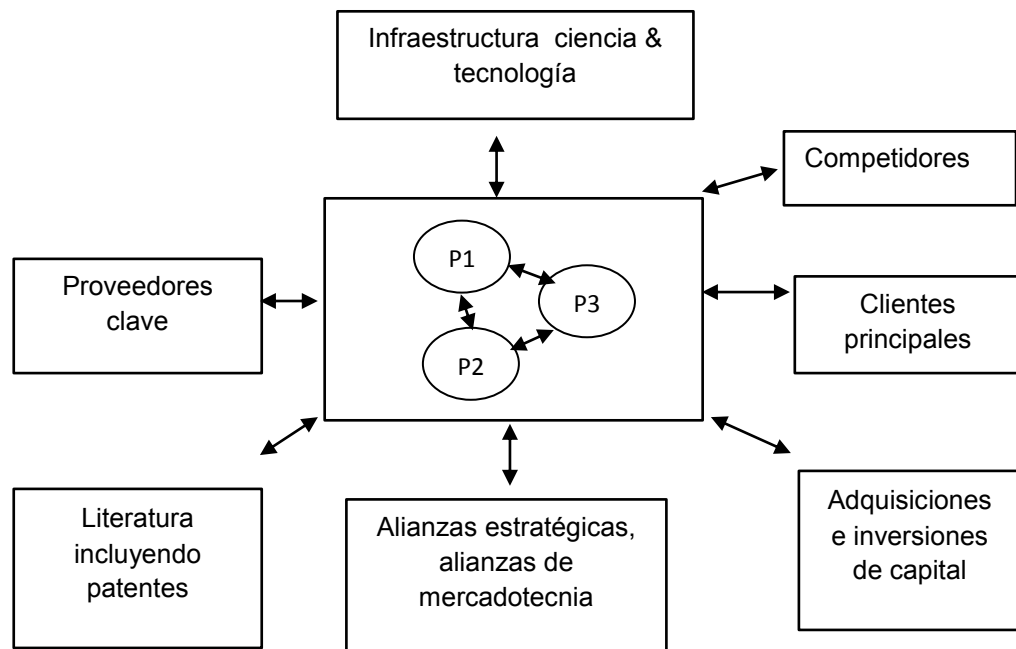
Figura 1 Innovación un proceso de acumulación de saber hacer

Aprendizaje Interno

- Aprendizaje a través el desarrollo
- Aprendizaje en el muestreo
- Aprendizaje en la práctica-generación del aprendizaje
- Aprendizaje a través del error
- Aprendizaje por el uso e integración vertical de empresas
- Interrelación de aprendizaje

Aprendizaje Externo

- Aprendizaje de y con los proveedores
- Aprendizaje de y con los principales usuarios
- Aprendizaje horizontal a través de los asociados
- Aprendizaje de ciencia y tecnología
- Aprendizaje de la literatura
- Aprendizaje de las acciones de los competidores
- Aprendizaje de la ingeniería inversa
- Aprendizaje del nuevo personal contratado
- Aprendizaje de la retroalimentación de los usuarios por el uso de prototipos
- Aprendizaje a través de la detección de fallos



Fuente: Rothwell (1994:27)

En el presente capítulo se revisó la bibliografía sobre innovación y de forma especial innovación tecnológica destacando su importancia a nivel macro y microeconómico, su origen, los tipos de innovación y descripción de los procesos de innovación.

La innovación tecnológica tiene como elemento esencial el invento. En el presente trabajo y concretamente en el siguiente capítulo se analizarán los modelos de transferencia de los inventos creados dentro de la universidad hacia la empresa.

CAPÍTULO III

MODELOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LA UNIVESIDAD A LA EMPRESA

Transferencia de tecnología y su importancia

Transferencia por la universidad

Aspectos generales de los modelos de transferencia tecnológica

Modelo lineal

Modelo interacción-cooperación

Modelo Híbrido

CAPÍTULO III

MODELOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD A LA EMPRESA

3.1. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y SU IMPORTANCIA

En el presente capítulo se analizará cómo la universidad transfiere la tecnología a la empresa a través de modelos que serán descritos en los siguientes subtítulos. Es conveniente iniciar con la conceptualización de los términos “tecnología” y “transferencia” para evitar confusiones a medida que se desarrolla el presente trabajo.

Tecnología es el objeto material representado en el invento integrado por elementos inherentes e inmateriales como el conocimiento (científico y tecnológico) e información, el resultado de la fusión de los elementos materiales e inmateriales es lo que se denomina tecnología, la cual, es utilizada para resolver problemas y lograr objetivos o tareas. Por su importancia la tecnología es un bien de carácter económico (Eveland, 1986; citado en Rogers *et al.*, 2001:254; Zhao y Reisman 1992:14).

Transferencia es la movilización del saber hacer y del conocimiento tecnológico de la organización origen hacia otra organización a través de un canal de comunicación (Rogers *et al.*, 2001:254; Goldhor y Lund, 1983:146). Una vez que se ha definido ambos términos, es pertinente presentar la conceptualización de transferencia tecnológica bajo el enfoque económico según Brooks:

Technology transfer is the process by which science and technology are diffused throughout human activity. Wherever systematic rational knowledge developed by one group or institution is embodied in a way of doing things by other institutions or groups, we have technology transfer. This can be either transfer from more basic scientific knowledge into technology or adaptation of an existing technology to a new use. Technology transfer differs from ordinary scientific information transfer in the fact that to be really transferred, it must be embodied in an actual operation of some kind. (Brooks, 1966; citado en Zhao y Reisman, 1992:15)

La definición anterior puede ser interpretada como el proceso en el que la ciencia y la tecnología son difundidas a través de actividades humanas, donde el conocimiento sistemático y racional desarrollado por un grupo o institución se manifiesta en una forma de hacer las cosas a otras instituciones o grupo al que se transfiere; transmitiendo desde el conocimiento científico básico de la tecnología o adaptación de la tecnología existente para nuevo uso. La transferencia de tecnología se diferencia de la transferencia de la información, en el hecho de que ésta es realmente transferida e incorporada en la operación actual. Como es evidente, Brooks tiene una visión amplia sobre el tema de estudio y del proceso complejo para lograrlo, ya que menciona la actividad humana como medio.

Por otro lado, la transferencia también implica la forma legal y mecanismo de comercialización de la tecnología que es expresada en la siguiente definición “es el proceso por el cual el invento o la propiedad intelectual de la investigación académica, es otorgada a través de derechos de uso a la industria” (Association of University Technology Managers 1998:3; citado en Carlsson y Fridh 2002:200). Rogers *et al.* (2001) afirma que la tecnología es totalmente transferida cuando es comercializada en forma de productos y vendida en el mercado. Su afirmación es totalmente válida ya que la venta en el mercado es el paso final de todo el proceso y además, puede cuantificarse y expresarse en indicadores que servirán para evaluar si la transferencia fue exitosa o no.

La importancia de este tema radica en su utilización como estrategia de posición competitiva que produce el progreso económico de la industria, una región e incluso una nación entera, generando beneficios para la sociedad, como la creación de empleos y nuevas soluciones a problemas (Zhao y Reisman, 1992; Carlsson y Fridh 2002; Parker y Zilberman, 1993; Markman, 2005). Por su alcance es un tema transversal con repercusiones de carácter económico, social, cultural y científico.

Una vez contextualizado sobre el tema a desarrollar en el presente capítulo, en el siguiente subtítulo se presentará cómo la universidad ha transferido el resultado de la investigación desarrollada y el proceso de transferencia mismo.

3.2. TRANSFERENCIA POR LA UNIVERSIDAD

La universidad desde su origen, en Bolonia en el año 1088, ha probado ser una institución establecida con bases firmes que se adapta a los cambios e incluso adopta nuevas funciones (Antonelli, 2008:3). Dichas funciones están directamente relacionadas con las revoluciones académicas que ha vivido, sobre las cuales Etzkowitz (2003) presenta: la universidad cuando fue creada tenía como función ser docente es decir su misión era formar a estudiantes en distintas ramas de la ciencia, derivado de esta función la transferencia se resumía en impartir clases y conferencias; a finales del siglo XIX la universidad vive la primera revolución académica e incorpora la función de investigación, enfocándose sobre todo en la realización de investigación básica con el objetivo de aumentar el conocimiento en las ciencias puras y transfiriendo el resultado de dicha investigación a través de su publicación en libros o artículos en revistas de carácter científico, estableciendo acuerdos de colaboración con otras universidades y continua con la formación de profesionales e impartiendo conferencias. En la segunda revolución académica, la universidad incorpora la función de ser un agente de desarrollo económico -transformándose en investigadora, docente y agente de desarrollo económico de los territorios en donde se encuentre-, derivado su nueva función la universidad necesita materializar la investigación que realiza en sus centros y laboratorios de investigación en tecnología y por consecuencia también necesita transferirla teniendo como nuevo reto a quién y cómo transferirla; tema del que nos ocuparemos durante el desarrollo del capítulo.

En el cuadro 1 se presenta las formas de transferencia utilizadas por la universidad en sus distintas funciones, clasificadas en no comercial y comercial. Se hace énfasis en la forma comercial ya que representan el medio por el cual otorga la propiedad o derecho de uso y explotación de la tecnología a la industria, y al mismo tiempo protege o asegura el mercado al que se dirige (Large y Barclay, 1992:35).

Cuadro 1. Mecanismos para comercialización la tecnológica por la universidad

FORMA DE TRANSFERENCIA	FUNCIÓN DE LA UNIVERSIDAD
No comercial <ul style="list-style-type: none">• Publicación de artículos de carácter científico• Formación de profesionales• Acuerdos de colaboración con otras universidades	Universidad docente e investigadora
Comercial <ul style="list-style-type: none">• Otorgamiento de licencias de patente• Convenios de colaboración con empresas• Servicios de consultoría• Creación de Spin off o Start up	Universidad docente, investigadora y agente de desarrollo económico

Elaboración propia a partir de Carlsson y Fridh (2002); Parker y Zilberman (1993); Rogers *et al.* (2001) y Etzkowitz, (2003).

Para el otorgamiento de alguna licencia previamente se debe tener el título de patente, en el cual se establece los derechos de propiedad sobre los resultados de la investigación y protege legalmente al investigador frente a los imitadores (Nieto y Pérez, 2006:94). Una vez lograda la patente su explotación será a través del otorgamiento de licencias, en las cuales el dueño del invento otorga el permiso o el derecho a hacer, usar o vender productos, diseños o procesos a la industria a cambio de regalías. Los elementos más importantes a evaluar para el otorgamiento de licencias son: la confidencialidad, el tiempo o duración, el monto de las regalías, conocer el plan de negocios de la industria para estimar la explotación que se hará (Rogers *et al.* 2001:255; Nieto y Pérez 2006:94; Carlsson y Fridh, 2002: 208-209). La universidad establecerá distintas estrategias para el otorgamiento de licencias, de acuerdo a las circunstancias y necesidades como: a) otorgar la licencia a cambio de financiamiento de procesos de investigación, b) otorgar una licencia de equidad y c) otorgar la licencia a cambio de pago en

efectivo con distintas modalidades que van desde la exclusividad, no exclusividad, co-exclusividad y de adopción (Markman, 2005:251-252).

La creación de spin off o start up se refiere a nuevas empresas a partir de la organización origen es decir la universidad, en otras palabras es la creación de una empresa formada por individuos que son o fueron miembros de la organización que creó o descubrió la tecnología y serán quienes explotaran o hagan uso de la tecnología (Carayannis y Alexander 1998:6).

Los convenios de colaboración son la forma más sencilla para la transferencia ya que son simplemente acuerdos entre ambas partes sin que deban realizar trámites administrativos previos, al igual que los servicios de colaboración.

Entre los beneficios que las universidades han obtenido derivado de la transferencia tecnológica a las empresas se puede mencionar: la atracción de estudiantes con competencias necesarias para ser futuros investigadores, interés de la industria e incluso financiamiento para procesos de investigación, mayor asignación de fondos o presupuesto destinado para investigación, prestigio y reconocimiento por la comunidad científica, pero sobre todos los anteriores, el beneficio a la sociedad como usuarios finales del invento o la tecnología (Carlsson y Fridh, 2002).

Es importante aclarar que las formas de transferencia citadas en el cuadro 1, son la forma legal o de comercialización de la tecnología únicamente y que aún falta describir los modelos que representan el proceso de transferencia.

3.3.ASPECTOS GENERALES DE LOS MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

El proceso de transferencia es una serie de etapas en las que se transmite tecnología en su forma tangible e intangible entre dos organizaciones, considerando aspectos legales, financieros, mercadológicos, etc. (Lipinski *et al.*, 2008:118). Según la complejidad de la tecnología a transmitir se estima el tiempo a invertir, considerando además que es un proceso social en el que interactúan

investigadores de la universidad e industria sobre todo en las etapas en las que se transmite el conocimiento. Para ello, la comunicación es fundamental para el éxito del proceso (Bessant y Rush, 1995; Goldhor y Lund, 1983).

Bozeman (2000) identifica los sujetos y elementos principales dentro del proceso se identifican en términos de: quién realiza la transferencia, qué se transfiere, a través de qué medio se transfiere y a quién se transfiere, identificando lo siguiente:

- a) La transferencia será realizada por: la universidad representada por sus investigadores-creadores de la tecnología y la oficina de transferencia de tecnología (OTT). Es recomendable que los investigadores, posean habilidad de comunicación y compromiso con el proyecto para transmitir de forma clara el conocimiento, generando a la vez empatía con el grupo que recibirá la tecnología.
- b) Se transfiere *tecnología* en su forma material e inmaterial, es decir el invento o prototipo y el conocimiento inherente a la tecnología.
- c) El medio de transferencia comprende tanto la forma legal y comercial (patentes, licencias, creación de spin-off, contratos de colaboración); además del modelo elegido para transferir. Cabe mencionar que actualmente está adquiriendo importancia la transferencia a través de canales informales de comunicación.
- d) A quien se le transfiere: a la empresa. Previamente esta entidad evaluará su contexto organizacional, entre ellos el clima y estructura organizacional, las normas y políticas establecidas, la existencia de manuales de procesos y procedimientos correctos que sirvan como guía para la optimización de tiempos. Es imprescindible que la empresa tenga un clima laboral positivo en donde los colaboradores tengan la disposición para adaptarse al cambio en el corto plazo, además cuenten con la motivación intrínseca y extrínseca; la estructura organizacional sea flexible para la toma decisiones oportunas; las políticas y normas sean claras y congruentes con la organización. De forma particular deberá evaluar si cuenta con la

infraestructura y sistema de investigación compatible con el de la universidad, así como poseer suficientes recursos financieros durante todo el proceso de transferencia (Large y Barclay 1992; Goldhor y Lund, 1983).

La transferencia representa por sí misma cierto grado de incertidumbre y riesgo que pueden ser minimizados estableciendo medidas de control y dirección, tanto por la universidad como por la industria. También es necesario subrayar los factores externos que influyen en el éxito del producto final del proceso de transferencia como el clima emprendedor, la apertura a recibir nuevos productos por la población, el momento de la economía y las políticas gubernamentales existentes (Carlsson y Fridh, 2002:202).

Harmon *et al.* (1997) presenta los modelos del proceso de transferencia de tecnología creada en la universidad hacia la empresa, identificando el modelo lineal, cooperación-interacción e híbrido que serán analizados en los siguientes subtítulos.

3.4 MODELO LINEAL

El modelo lineal es representado como una secuencia lineal en el que la tecnología es creada y desarrollada por el investigador o equipo de investigación de acuerdo a las necesidades que determinan por sí mismos, pero sin consultar o coordinar esfuerzos con alguna empresa o la industria en general, dejando fuera aspectos como los últimos cambios en el comportamiento del mercado, cambios en la legislación al respecto etc., para después transferir a la empresa (Harmon *et al.*, 1997:425; Rogers *et al.*, 2001:254).

El modelo lineal representa la unión de la cultura universitaria y empresarial sobre todo cuando la universidad aún conserva la función de docente e investigadora o está iniciando con la incorporación de la función de agente de desarrollo económico. En este contexto la cultura universitaria es entendida como la forma de trabajar de sus investigadores, en la que investigan de forma individual o interviniendo exclusivamente los miembros del equipo con el objetivo de la publicación de los resultados obtenidos y su reconocimiento por la

comunidad científica, derivado de esta visión no alcanzan a comprender las necesidades del mercado y el enfoque de las empresas de generar utilidades e indicadores económicos (Antonelli, 2007). Por otro lado la cultura empresarial tiene como prioridad obtener resultados económicos en el corto y mediano plazo, sin embargo, el proceso de transferencia no es tan rápido como se quisiera. Bajo este orden de ideas, los investigadores de la industria han adoptado la misma cultura y su objetivo es entregar un producto o invento para el mercado, obteniendo como reconocimiento incentivos económicos más que el reconocimiento académico (Large y Barclay, 1992).

La unión de ambas culturas será llevada a cabo por “el agente de transferencia” cuya función será de intermediación entre ambas partes, convirtiéndose en el pilar fundamental durante todo el proceso de transferencia. De forma ilustrativa el agente de transferencia es entendido como “el puente” que une a dos extremos (Harmon *et al.*, 1997:425).

Goldhor y Lund (1983) realizan un caso de estudio relativo a la transferencia de tecnología creada en el Instituto Tecnológico de Massachusetts hacia la empresa e incluso ellos mismo vivieron dicho proceso que tuvo una duración de seis años que les permitió plantear y desarrollar el modelo. Estos autores denominan recurso tecnológico al objeto a transferir y argumentan que durante la transferencia dicho recurso sufre modificaciones drásticas como resultado de su adaptación en la empresa obteniendo finalmente tecnología.

3.4.1. Identificación de sujetos y características

- a) Grupo donante integrado por los investigadores miembros de los grupos de investigación de la universidad, responsables de desarrollar el recurso tecnológico para después transferirlo. Los investigadores deben poseer habilidades de comunicación, experiencia en procesos similares y motivación.
- b) Beneficiario, empresa o industria a quien se le transfiere el recurso tecnológico, es recomendable tengan familiaridad con la tecnología adoptar,

experiencia en procesos de innovación y de transferencia, así como recursos financieros suficientes, compromiso y alta motivación.

- c) Agente de transferencia, es la persona u organización que asesora, capacita, facilita y actúa como intermediario entre ambas partes durante todo el proceso de transferencia.

3.4.2 Perspectiva de la universidad y empresa

La universidad transfiere el recurso tecnológico con características de revolucionario, extensible, establecido y defendible; entendidos de la siguiente forma:

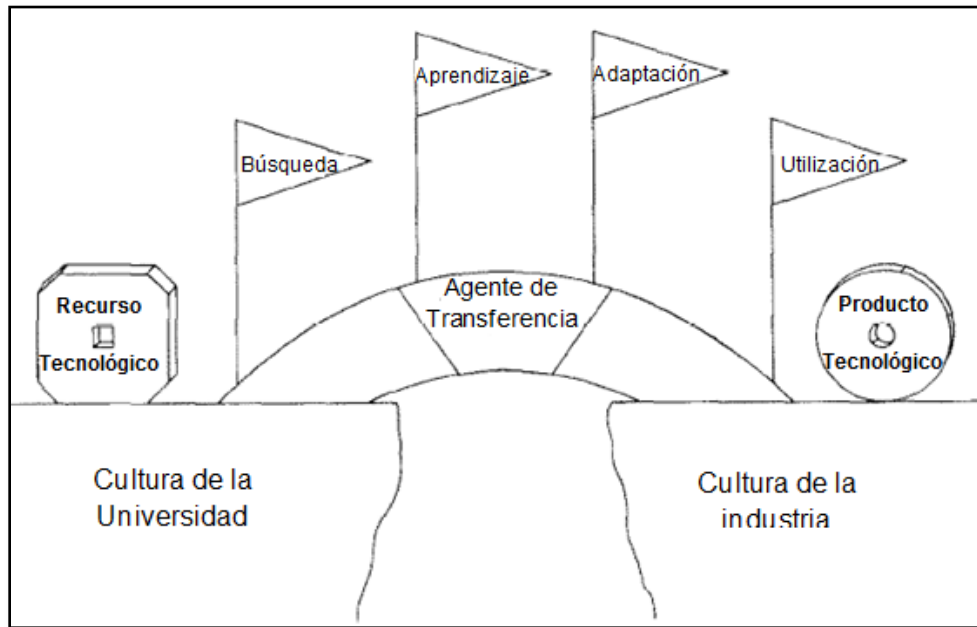
- Revolucionario, difícil de imitar.
- Extensible, sobre el cual se puede desarrollar más tecnología o recursos tecnológicos.
- Establecido, una vez concluida la investigación básica el siguiente paso, será la comercialización.
- Defendible, protegido por algún mecanismo de protección intelectual.
- Portable, que puede ser movilizada tanto en conocimientos como físicamente de la institución origen hacia la industria, sin realizar esfuerzos extraordinarios.

La industria recibe el recurso tecnológico que es transformada a través del proceso de transferencia obteniendo un producto final, para ser vendida en el mercado y satisfacer necesidades específicas. Previamente el producto debe estar direccionado a un mercado, protegido a través de algún mecanismo de apropiación y debe poseer potencial de expansión. Todas las características anteriores son totalmente con enfoque de mercadotecnia para la obtención de utilidades.

3.4.3 Descripción del proceso

Es un proceso secuencial integrado por las etapas de búsqueda, aprendizaje, adaptación y utilización; en donde el agente de transferencia es el intermediario que une a las dos culturas y coordina todas las etapas. Ver figura 1.

Figura 1. Modelo lineal de transferencia de tecnología



Fuente: Goldhor y Lund (1983:144)

Etapa de búsqueda, durante esta etapa, el agente de transferencia es el encargado de encontrar el recurso tecnológico a transferir y el producto final, por ende reúne a los mejores candidatos de ambas partes con el fin de asegurar el éxito del proceso. Una vez que la universidad y la industria coinciden en el interés por la misma tecnología, el siguiente paso es establecer el plan estratégico del proceso de transferencia, contemplando tiempo y recursos financieros necesarios, así como los mecanismos de apropiación que utilizarán. El agente de transferencia se encarga de la negociación de la tecnología a transferir y detalles del proceso.

Etapa de Aprendizaje, esta etapa es quizás la más larga, compleja y requiere la aplicación de la mayor parte de los recursos financieros. Inicia con la transferencia del conocimiento tecnológico por parte del grupo donante, seguida por la

movilización física de la tecnología del centro o laboratorio de investigación de la universidad hacia las instalaciones de la industria. Durante esta etapa la interacción de los investigadores de ambas partes es constante ya que trabajan de manera conjunta realizando pruebas y demás procesos necesarios. El rol del agente de transferencia es actuar como un “puente e interprete” entre ambas partes, ofreciéndoles asesoría, motivación y dirección del proceso, fomentando del respeto mutuo entre ambas partes.

Etapa de Adaptación, una vez que le fue transferida de manera completa el recurso tecnológico o la tecnología a la industria, el siguiente paso será la internalización completa de ésta, es decir adaptarla a sus procesos de producción. Es, en esta etapa donde la industria realiza cambios a la tecnología recibida adaptándola también a las necesidades o últimos cambios en el mercado, al mismo tiempo que se independiza del grupo donante. Es necesario mencionar que en esta etapa el recurso tecnológico sufre cambios drásticos que la conviertan en algún producto muy distinto al originalmente planteado

Etapa de Utilización, en esta etapa se evalúa el éxito del proceso de transferencia y del producto final obtenido con todas sus características. El agente de transferencia junto con la industria son los que realizan la evaluación para colocarlo en el mercado.

3.4.4 El papel de la oficina de transferencia de tecnología

La oficina de transferencia de tecnología (OTT) o también denominada Oficina de Transferencia Tecnológica Universitaria (UOTT), desde su creación en el año 1932, como una unidad integrante del Instituto Tecnológico de Massachusetts su principal función fue transferir la tecnología de manera legal o a través de los mecanismos de apropiación a la industria según la legislación vigente, pero sin involucrarse en el proceso puro de transferencia limitando su actividad a totalmente administrativa (Parker y Zilberman, 1993). En el año 1980 existían veinticinco oficinas antes de la aparición de la legislación Bayh-Dole, para el año 1990 el número se incrementó a doscientas oficinas (Carlsson y Fridh 2002:200).

Entre los factores que estimularon el incremento de éstas oficinas, además de Bayh-Dole act, se puede mencionar el incremento e importancia de la investigación en ciertas ramas, especialmente en biotecnología que daban lugar a patentes que retribuían importantes cantidad de dinero, además del reconocimiento académico (Rogers et. al. 2001:257). Los objetivos principales de las oficinas de transferencia desde su aparición han sido, transferir la tecnología para el bien público, proporcionar asistencia a los centros de investigación y generar utilidades para la universidad, maximizando los flujos de efectivo y minimizando los riesgos legales y financieros. Actualmente la OTT es el intermediario entre la industria y la universidad, se encarga de identificar a la compañía a la que le transferirá la tecnología, estimula el proceso y establece los acuerdos legales (Parker y Zilberman, 1993; Markman *et al.*, 2005:244).

Organizacionalmente la OTT desde su creación ha pertenecido a la universidad como un departamento o unidad. En el estudio realizado por Carlsson y Fridh (2002) analizan algunas características de doce oficinas de transferencia, encontrando que diez de estas reportan actividades al director de investigación de la universidad.

Markman *et al.* (2005) identifica tres formas de constitución y posición organizacional de la OTT, según el grado de autonomía y nivel jerárquico que se le asigne. La OTT puede tener una estructura tradicional universitaria, estar constituida como una fundación para la investigación sin fines de lucro o como una institución privada con fines de lucro, describiéndolos de la siguiente forma:

- a) La OTT con estructura tradicional universitaria es un departamento integrante de la estructura organizacional de la universidad y reporta actividades al director de investigación de la misma universidad, existiendo subordinación y dependencia hacia la administración de la universidad, que se ve reflejado en un proceso de transferencia lento al esperar las decisiones de la administración, además de burocracia.
- b) La OTT como fundación sin fines de lucro es constituida por la universidad como una unidad independiente que le permite tener autonomía para la

toma de decisiones, realizar negociaciones, gestionar su presupuesto y administración.

- c) La OTT como institución privada con fines de lucro tiene las mismas características que el inciso b, diferenciándose en que tiene como objetivo la obtención de utilidades o generación de ingresos.

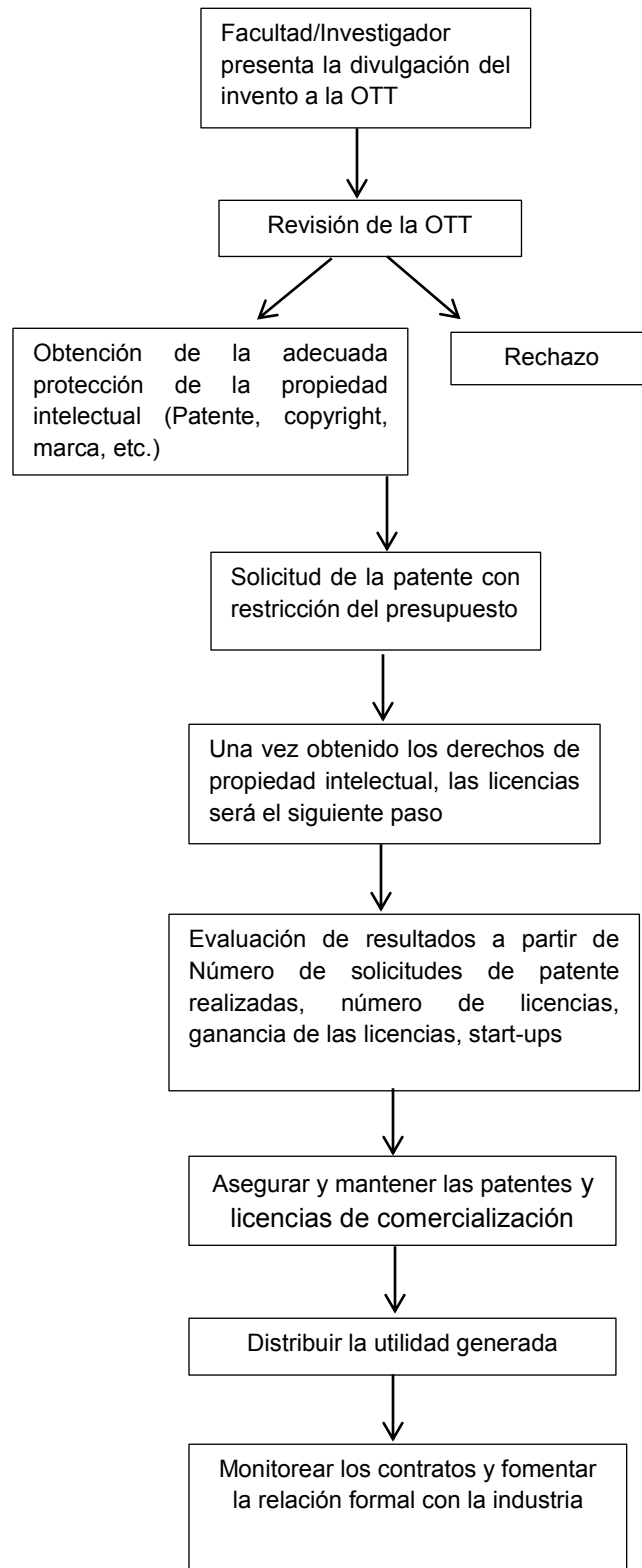
En el mismo estudio se identifica que de las ciento veintiocho OTT, el 52% tienen una estructura tradicional, 41% están constituida como una fundación sin fines de lucro y el 7% como institución privada con fines de lucro, además estas últimas tienen inclinación a la creación de parques de investigación, incubadoras y spin off.

El proceso de transferencia tecnológica realizado por la OTT asociado a la estructura tradicional universitaria, es descrita a través de los siguientes pasos secuenciales según Carlsson y Fridh (2002), Parker y Zilberman (1993), Lipiski *et al.* (2008) y Markman *et al.* (2005):

1. El investigador cumplimenta el formato de divulgación del resultado de la investigación para ser entregado a la OTT.
2. La OTT se centra en la investigación del mercado potencial, la estimación de la recuperación del costo de inversión, así como establecer la mejor forma de proteger la propiedad intelectual del invento.
3. Una vez obtenidos los derechos de propiedad se puede elegir el tipo de licencia que se otorgará a la industria para el uso de la patente.
4. La evaluación de los resultados será a través del número de patentes obtenidas, ganancias por licencias o número de start-ups creadas.
5. Su labor continua será asegurar y mantener las patentes y licencias de comercialización.
6. Recibir y distribuir la utilidad generada.
7. Monitorear los contratos y fomentar la relación formal con la industria.

En la figura 2 se pueden ver de manera ilustrativa los pasos descritos.

Figura 2. Proceso de transferencia de tecnología y la forma más común de evaluar resultados



Fuente: Adaptado de Carlsson y Fridh (2002:219)

Un argumento en contra de este modelo es la dependencia hacia el agente de transferencia de tecnología como intermediario en todo el proceso de transferencia ya que asesora, controla, negocia y soluciona problemas.

3.5 MODELO DE INTERACCIÓN-COOPERACIÓN

Harmon *et al.* (1997) plantea este modelo de transferencia tecnológica como un proceso de “networking” interpretado como trabajo en red entre los investigadores de la universidad y los investigadores e ingenieros de la empresa, sin necesidad de la existencia de algún vínculo formal de trabajo. Su relación de trabajo está basada en los principios de cooperación, comunicación e interacción. El principio de cooperación es conceptualizado como la acción de unión entre la universidad desarrollando investigación básica y la industria desarrollando investigación aplicada, ambos actores trabajan juntos por un objetivo en común (Allen, 1999; citado en Starbuck 2001:40; Mora y Montoro, 2004:17). El principio de comunicación es llevado a cabo a través de canales formales e informales y es definido como el proceso a través del cual la información y conocimiento se transmite, fomentando la participación en la toma de decisiones, la coordinación de actividades, la delegación de autoridad, estimulando la cooperación y lealtad entre ambas partes (Mohr y Nevin, 1990; citado en Mora y Montoro 2004:22; Rothwell y Robertson, 1976: 205). El principio de interacción es entendido como la acción de intercambio de conocimiento, experiencia, cultura organizacional, actitud y motivación, entre los sujetos ya sea de manera personal o por medios electrónicos. La interacción constante entre la universidad, industria y el mercado acelera y enriquece el proceso de desarrollo de la tecnología (Markman, 2005:244; Carlsson y Fridh, 2002:200).

También, en el presente modelo existe una relación de interdependencia entre ambas partes, en el cual la industria solicita a la universidad investigación específica sobre alguna rama de la ciencia o el desarrollo de algún invento que previamente a determinado a través del estudio del mercado y estimación de la

demanda; la universidad como respuesta a la solicitud entrega y transfiere el invento o tecnología a la empresa (Aceytuno, 2009:109).

Los principios y características del presente modelo hacen innecesario el agente de transferencia o intermediario entre ambas partes. Este modelo es producto de la nueva función de la universidad como agente de desarrollo económico interesada en crear tecnología que responda a las necesidades de la población y mercado, que a su vez transfiriéndola a alguna empresa se convierta en innovación y genere desarrollo económico del territorio. Por otro lado la industria también reconoce la importancia de la investigación desarrollada dentro de la universidad como pilar fundamental para crear nuevos productos e incluso asigna presupuesto para que dicha investigación continúe, por lo tanto es de su interés establecer y fomentar relaciones formales e informales con ésta institución. Se puede afirmar que ambas organizaciones comparten la perspectiva e importancia de su papel para el crecimiento y desarrollo económico.

3.5.1 Sujetos y características

Starbuck (2001) identifica a los siguientes sujetos y características que intervienen en este modelo:

Universidad representada por sus investigadores y cuyas características que los distinguen serán: inquietud por la aplicación práctica de la investigación básica, habilidad de comunicación, habilidad para desarrollar “network” o trabajo en red dentro y fuera de la organización, experiencia previa en procesos de transferencia.

Empresa representada por el grupo de investigadores y líderes de las áreas o departamentos dónde se desarrollara la tecnología. La principal característica que deben poseer los directivos es la gestión-dirección de la relación de trabajo con la universidad y la habilidad de motivar tanto a sus colaboradores como a los miembros de la universidad a pesar de no ser sus líderes formales.

3.5.2 Descripción del proceso

La transferencia se realizará por etapas en el siguiente orden: 1) la selección del socio adecuado, 2) planeación e iniciación, 3) implementación e integración y 4) evaluación de resultados.

1) La selección del socio adecuado es de vital importancia tanto para la universidad como para la empresa, ya que ambos necesitan compartir visión, objetivos e interés por desarrollar determinada tecnología que cubra las necesidades de la población y se convierta en innovación. Sin embargo cada sujeto tiene sus propios parámetros para elegir. La empresa entre los puntos que evaluará de la universidad son:

- El tipo de investigación que desarrolla
- Propósito o naturaleza de la investigación y evaluará de manera particular el impacto que tendría complementar los conocimientos creados o desarrollados y llevar a la producción la tecnología o productos.
- El alcance que tendría al convertirse en un proyecto multi-institucional.
- Tiempo o duración.
- Evaluación de figura legal para proteger la propiedad intelectual y su explotación.
- Alta probabilidad de éxito.

La universidad al igual que la empresa tiene como prioridad la elección del socio adecuado, ya que implica la evaluación del lugar donde se llevara a cabo la aplicación de los conocimientos, estimará el impacto del respaldo de la investigación por la empresa, el prestigio que obtendrá por el desarrollo de proyectos y los antecedentes que la empresa tenga derivado procesos similares además de los acuerdos sobre la protección de la propiedad intelectual.

2) Planeación e iniciación, durante esta etapa se construye la relación de trabajo que se formaliza en la elaboración del proyecto en el que se define el plan de trabajo, la forma en que se gestionara, el acuerdo de la propiedad intelectual de los resultados obtenidos buscando siempre un arreglo justo para ambas partes. Dicho proyecto contendrá como mínimo los siguientes puntos:

- Participantes y sus roles
- Compromisos establecidos: recursos financieros, horarios de trabajo, calendario de pago, emisión de reportes y comunicación, control del proyecto, confidencialidad etc.
- Resultados deseados: publicaciones, prototipos, dibujos, etc. Además de la posibilidad de extender el proyecto.

El plan les permitirá tener claridad del papel que desempeñará cada uno y de definir todos los detalles. El proyecto estará basado en la alineación estratégica, la gestión colaborativa y evaluación constante de acuerdo al programa y los compromisos establecidos en el acuerdo.

3) Implementación e integración, durante esta etapa es donde se materializan los principios de cooperación, comunicación, interdependencia y el trabajo en red por ambas partes, cumpliendo con los resultados establecidos en tiempo e integrándolos de manera inmediata a los procesos con el objetivo hacer ajustes que se requieran.

4) La evaluación de resultados será a través de la creación de alguna matriz de medición de resultados compartida entre ambas partes, en el que se mida la evolución o avance de cada paso del proceso, también se determinaran de forma clara y objetiva las causas de los obstáculos o barreras a las que se enfrentan durante el proceso, estableciendo de manera inmediata acciones de prevención y corrección.

La principal fortaleza asociada al modelo interacción-cooperación es la forma en que desarrollan la tecnología enfocada a cubrir necesidades reales del mercado como “un traje que se hace a la medida”, además el proceso es constante y

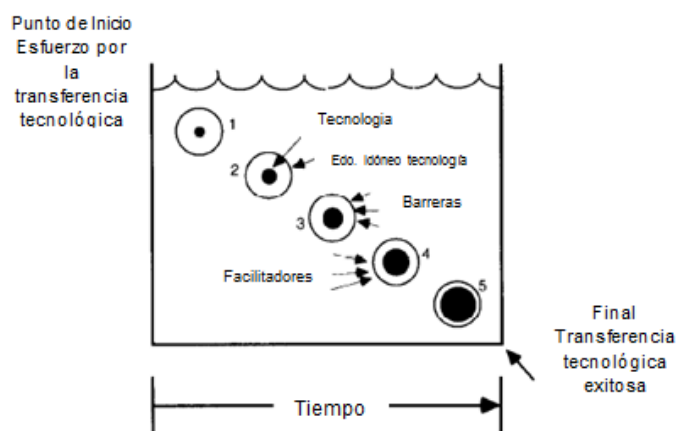
continuo que se traduce en la obtención de resultados en menor tiempo y alta probabilidad de que el invento se convierta en innovación.

3.6 MODELO HÍBRIDO

El modelo de transferencia tecnológica híbrido fusiona los principios y planteamiento del modelo interacción-cooperación y lineal (Harmon et al. 1997). Según Padmanabhan y Sounder (1994), precursores de este modelo, el proceso de transferencia es asemejado al fenómeno físico denominado “Brownian motion” en este contexto es interpretado como “la tecnología se encuentra suspendida en el medio ambiente”. Los autores exponen que en un entorno socioeconómico se necesita crear y desarrollar tecnología, que en su estado inicial es únicamente la idea, que va siendo desarrollada y materializada es decir convirtiéndose en tecnología a través del tiempo, por lo tanto se encuentra en constante movimiento según las fuerzas que le son aplicadas tanto por los obstáculos como por los facilitadores en el medio ambiente.

La transferencia tecnológica es vista como un proceso de gestión en el que la tecnología es llevada de un lugar a otro a través del recorrido por cada etapa del proceso hasta el final u objetivo. Ver figura 3.

Figura 3. Modelo Techtran II: Concepto de Masa



Fuente: Padmanabhan y Sounder (1994:123)

En la figura 3 se muestra el recorrido de la tecnología en el medio, proceso de transferencia, que es enumerado a partir de uno a cinco. En el paso número uno la tecnología se encuentra en el estado más simple y a medida que avanza en el recorrido, (paso dos) es desarrollada por los facilitadores para alcanzar su estado idóneo, sin embargo en el medio existen barreras que obstaculizan el desarrollo de la tecnología o que hacen que el proceso sea lento o lo paralicen (paso tres), al mismo tiempo que los facilitadores aplican fuerzas contrarias implementando medidas correctivas o modificando la forma de gestión del proceso, que son reflejadas en el estímulo y desarrollo de la tecnología, obsérvese el aumento de tamaño de círculo negro que asemeja al desarrollo de la tecnología (paso cuatro), hasta que la tecnología es materializada en un invento (paso cinco), es decir ha alcanzado el estado idóneo cumpliendo con los requerimientos del usuario.

La esencia del modelo recae en que las fuerzas impulsoras son producto del “net work” bajo los principios de cooperación, comunicación e interacción. Los precursores del modelo no logran conceptualizar cada etapa, pero si lo plasman de manera ilustrativa. Se infiere que el modelo es complementado por las etapas identificadas en el modelo lineal y será gestionado en la parte administrativa y comercial por la oficina de transferencia de tecnología.

De la literatura revisada se encontró el modelo propuesto por Bozeman (2000) denominado “Modelo Contingente de Transferencia Tecnológica Efectiva” planteado bajo la perspectiva del modelo híbrido a pesar de que lo haya denominado de otra forma. Este autor subraya la importancia de la efectividad de la transferencia y establece cinco dimensiones para lograrlo:

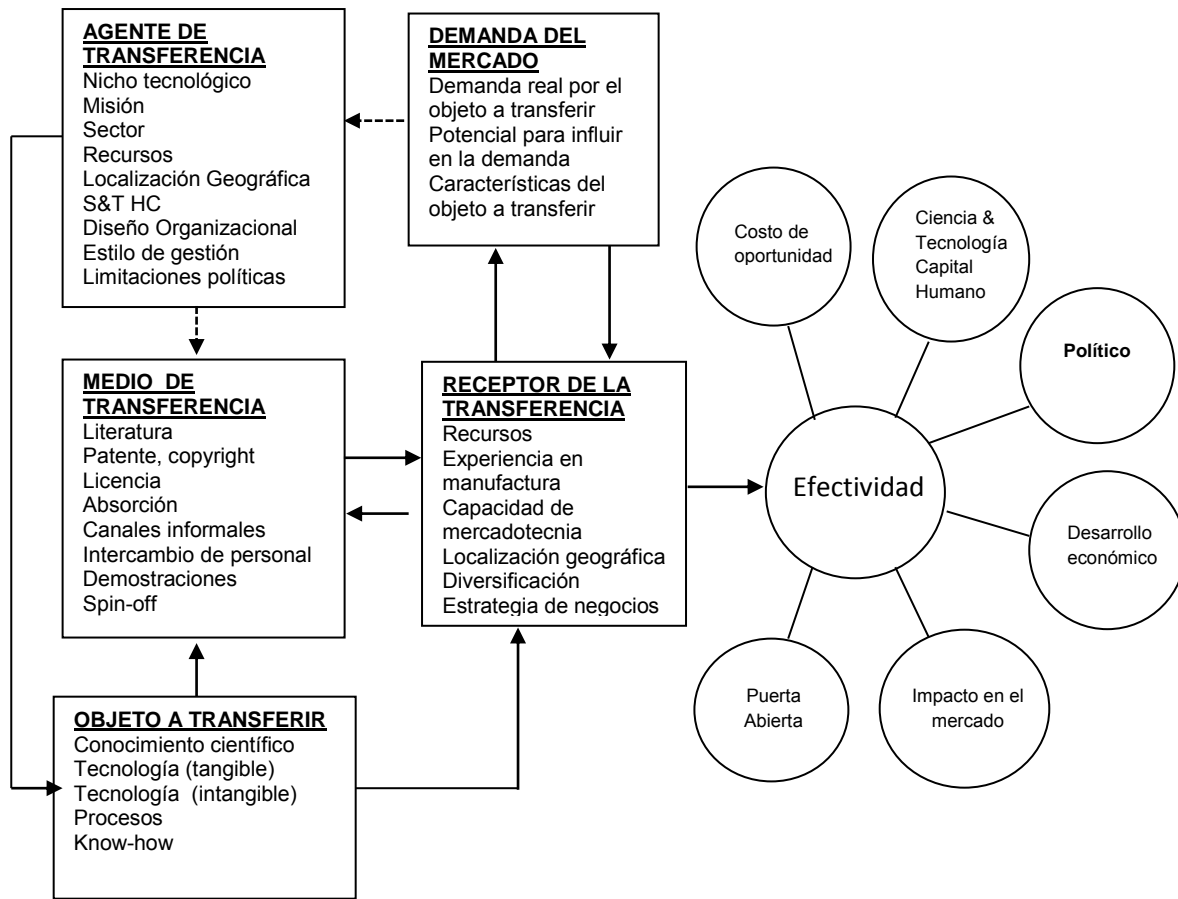
- 1) Agente de transferencia y sus características representado por la universidad y la oficina de transferencia de tecnología. La OTT se encargará de la comercialización de la tecnología para lo cual debe identificar el nicho de mercado, proveer los recursos e infraestructura necesaria a los centros y laboratorios de investigación, evaluará la localización geográfica que favorezca la interacción con la industria y

tendrá profundo conocimiento de la legislación sobre propiedad intelectual. La universidad como institución deberá incorporar a su misión el promover el desarrollo económico, contar con una estructura organizacional que facilite el proceso de transferencia, poseer un estilo de gestión y liderazgo participativo, de colaboración y comunicación.

- 2) Medio de transferencia comercial o no comercial para la transferencia.
- 3) Objeto a transferir y características: tecnología y todos sus elementos inherentes
- 4) Receptor de la tecnología y características. El receptor de la tecnología es la empresa quien deberá tener familiaridad con la tecnología y contar con los recursos e infraestructura necesarios para implementarla, además tiene experiencia en procesos similares. Su localización geográfica debe favorecer la interacción con la universidad, su estrategia de negocios debe estar diversificada. El receptor puede ser una empresa pequeña, grande o incluso alguna de nueva creación.
- 5) Demanda del mercado, existen factores que dan lugar a la necesidad del invento, es decir existen una demanda real por el objeto a transferir y los factores del medio socioeconómico le favorecen.

La combinación de las cinco dimensiones hace al modelo de transferencia efectivo con un enfoque a logro de resultados. El modelo es ilustrado en la figura 4 donde se muestra a la demanda del mercado es identificada tanto por el receptor de la transferencia (industria) como por el agente de transferencia (universidad), a partir de esa identificación de ambos sujetos, la universidad desarrolla y crea tecnología (objeto de transferencia) que será transmitido al agente receptor por medio del medio de transferencia. La efectividad o éxito del proceso y de la tecnología en el mercado será evaluada bajo los criterios de costo de oportunidad, capital científico, humano y tecnológico, la respuesta política es decir el respaldo de las instituciones, el desarrollo económico generado, impacto en el mercado y puertas abiertas traducido como la apertura para adaptar la nueva tecnología.

Figura 4. Modelo Contingente de Transferencia Tecnológica Efectiva



Fuente: Bozeman (2000:636)

El modelo híbrido es la fusión de los modelos anteriores, su adopción dependerá de las circunstancias de la universidad o mejor expresado de la misión que lleve a cabo.

Una vez descritos los modelos del proceso de transferencia de la tecnología creada en la universidad hacia la empresa, en el siguiente capítulo se presentará un estudio de caso donde se analice la posible transferencia.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS PARA LA TRANSFERENCIA DEL CALENTADOR SOLAR TERMOELECTRICO A LA EMPRESA

Identificación del GMyCI, descripción del proceso de creación, desarrollo y presentación de la tecnología

El calentador solar termoeléctrico y sus características

Determinación de mejoras frente a calentadores solares similares

Por qué transferir el calentador solar termoeléctrico

Análisis para la transferencia del calentador solar termoeléctrico

Conclusiones

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS PARA LA TRANSFERENCIA DEL CALENTADOR SOLAR TERMOELÉCTRICO A LA EMPRESA

En este capítulo se presenta un estudio de caso donde se analiza por qué transferir la tecnología desarrollada dentro de la universidad a la empresa. Para el análisis se eligió uno de los prototipos creados por el investigador José Guillermo Pérez Luna miembro del Grupo de Microsensores y Circuitos Integrados (GMyCI) del Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. El prototipo elegido es denominado “Calentador Solar Termoeléctrico” el cual fue presentado y premiado en el concurso nacional al emprendedor solar en el año 2007 en México. La principal justificación de su elección es asociada a que a la fecha aún no se comercializa alguna tecnología en el mercado nacional que tenga las funciones de generar energía eléctrica y calentar agua al mismo tiempo, además de los beneficios para la población reflejados en el ahorro ingresos destinados al pago de gas doméstico y energía eléctrica, sin dejar de mencionar su potencial para producir energías no renovables de manera limpia aprovechando la cantidad de horas sol a la que está expuesta la mayor parte del territorio de México.

El estudio de caso está organizado en tres secciones. En la primera sección se identifica al GMyCI dentro de la estructura organizacional de la universidad, después se describe el proceso de creación, desarrollo, presentación y difusión de la tecnología. En la segunda sección se describe el calentador solar termoeléctrico y sus características que sirven de base para compararlo con productos similares. Además, en esta sección se realiza el análisis que justifica por qué transferirlo, el mecanismo de comercialización y el modelo del proceso de transferencia tecnológica adecuado. Finalmente en la tercera sección se presentan las conclusiones.

4.1. IDENTIFICACIÓN DEL GMYCI, DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CREACIÓN, DESARROLLO Y PRESENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

4.1.1. Identificación del GMyCI

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)³ es una institución de educación superior pública en México, en la cual se forman profesionales a nivel licenciatura y posgrado de distintos planes de estudio. A través de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP) y la Dirección General de Investigación han creado cuatro institutos donde se realiza toda la investigación que aporta esta universidad. Uno de los cuatro institutos es el Instituto de Ciencias, donde se encuentra el Centro de Investigación en Dispositivos Semiconductores (CIDS)⁴ que a su vez es integrado por dos cuerpos académicos: 1) materiales y dispositivos semiconductores y 2) aplicaciones tecnológicas de dispositivos semiconductores. El Grupo de Microsensores y Circuitos Integrados (GMyCI) es un equipo de investigación que pertenece al segundo cuerpo académico presentando la particularidad y que a la vez le da cierta riqueza, ya que el resultado de la investigación que realiza es tecnología o inventos, los cuales a la fecha ninguno han transferido a alguna empresa. En el cuadro 1 se identifica a cada miembro del GMyCI y su línea de generación del conocimiento.

Cuadro 1. Investigadores del GMyCI y líneas de generación de conocimiento

INVESTIGADOR	LÍNEAS DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO
Dra. Blanca Susana Soto Cruz	Sensores con semiconductores y materiales no convencionales Diseño y caracterización de circuitos integrados MEMS
Dr. Salvador Alcántara Iniesta	Sensores con semiconductores y materiales no convencionales Diseño y caracterización de circuitos integrados MEMS
Dr. José Guillermo Pérez Luna	Conversión directa de energía Desarrollo de sistemas de medición y control

³ Sitio oficial <http://www.buap.mx/>

⁴ Dentro del CID se realizan trabajos de óptica, computación aplicada a la medicina elaboración de prototipos electrónicos, además de impartirse la maestría y doctorado en dispositivos conductores <http://www.cids.buap.mx/cids.html>

INVESTIGADOR	LÍNEAS DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO
Dr. José Luis Sosa Sánchez	Obtención de nuevos materiales electrónicos Uso de fuentes alternativas de energía para la obtención de químicos

Fuente: Sitio oficial en internet y entrevista

Cada miembro del GMyCI de acuerdo a su línea de generación de conocimiento propone proyectos de investigación de manera individual o como equipo. En el presente trabajo y derivado del prototipo a analizar se enfatizará la investigación que realiza el doctor José Guillermo Pérez Luna cuyas líneas de investigación son:

- 1) Conversión directa de energía, de la cual genera nuevo conocimiento para el diseño y construcción de celdas termoiónicas y termoeléctricas.
- 2) Desarrollo de sistemas de medición y control, proponiendo nuevos diseños de sistemas electrónicos de medición y control.

Las líneas de investigación del doctor están totalmente enfocadas al aprovechamiento de la energía solar. En entrevista se aprecia su convicción y motivación por desarrollar inventos que no dañen al medio ambiente y que fomente el ahorro de las energías no renovables.

4.1.2. Proceso de creación, desarrollo y presentación de la tecnología

La idea surgió a partir del cuestionamiento del propio investigador “¿Por qué no aprovechar la energía solar para generar energía eléctrica?” Como respuesta a esta pregunta, se pensó en crear un artefacto que tuviera dos funciones: 1) generar energía eléctrica y 2) calentar agua. La idea se materializó agregando esta nueva función a un diseño de calentador solar de agua que el investigador había desarrollado años anteriores y lo denominó “Calentador Solar Termoeléctrico”. Esta nueva tecnología aprovechara la aceptación de los calentadores solares de agua por la población, ya que cada día se observa el incremento de estos productos en las azoteas de las casas.

A principios del año 2005 el investigador realiza el proyecto de investigación de manera individual e inicia el proceso de creación y desarrollo que es descrito en los siguientes párrafos.

Primera Etapa Periodo de investigación y diseño del prototipo

Se inició con el perfeccionamiento de los resultados obtenidos en la aplicación de la teoría del efecto termoeléctrico para aumentar la capacidad de generación de calor de una celda termoeléctrica. En esta etapa se realizó el diseño del módulo termoeléctrico, celdas termoeléctricas, circuitos impresos, captadores de radiación solar, panel termoeléctrico y demás componentes del prototipo.

Se cuestionó al investigador sobre si existía suficiente conocimiento científico para desarrollar el invento, obteniendo por respuesta que si existía los suficientes principios científicos sobre termoelectricidad. Sin embargo el conocimiento tecnológico debería ser desarrollarlo, teniendo consciencia de lo que implicaría al momento que plasmaba los diseños y cálculos en su proyecto. Todas las actividades descritas en esta etapa estuvieron a cargo del investigador.

Segunda Etapa Construcción de componentes y ensamblaje del prototipo

Una vez que se tenían los cálculos y diseños de todos los componentes del prototipo, se inició con su fabricación y ensamblaje a través de las siguientes actividades:

- Soldar termopares a cargo de la alumna de la licenciatura en electrónica, Carolina Rickenstorff Parrao. Esta actividad fue la más prolongada ya que requirió habilidad y precisión para soldar correctamente. También en esta actividad realizaron pruebas para encontrar la mejor aleación para soldar, descubriendo que la unión de hierro con una aleación llamada costantán (cobre y níquel) es la que tiene mayor potencial energético. La barrera a la que se enfrentaron principalmente fue la falta de herramientas en dimensiones adecuadas para soldar y que al no encontrarlas en el mercado el investigador las construía para continuar con el proyecto. Una

vez que se tenían soldados todos los termopares se podía ensamblar los cuatro módulos termoeléctricos.

- Construcción de circuitos impresos, actividad que estuvo a cargo del investigador.
- Fabricación de captadores solares porcelanizados color negro mate. Debido a las especificaciones y características de los captadores no podían ser construidos en el CIDS, por lo tanto pidieron su fabricación a la empresa denominada Metal Cerámico S.A. de C.V.
- Ensamblaje del panel termoeléctrico, conexiones eléctricas e hidráulicas y realización de pruebas, actividad a cargo del investigador.
- Ensamblaje de todos los componentes obteniendo el prototipo y realización de pruebas finales, actividad realizada por el investigador y la alumna Carolina.

En ésta segunda etapa se identifican a tres actores: 1) investigador José Guillermo Pérez Luna, 2) alumna Carolina Rickenstorff Parrao y la empresa Metal Cerámico S.A. de C.V. En la entrevista, se cuestionó al investigador sobre la existencia de algún vínculo o relación de carácter formal o informal con la empresa que fabricó los captadores solares porcelanizados, obteniendo como respuesta que existe una relación informal de cooperación e intercambio de carácter tecnológico y que derivado de dicha relación la empresa tuvo disposición para su fabricación de acuerdo a las especificaciones solicitadas y en el tiempo que se requería.

Esta etapa segunda etapa se llevó a cabo en durante el año 2006 y primeros meses del año 2007.

Tercera Etapa Presentación del Prototipo en el Concurso “Premio Nacional al Emprendedor”

La Asociación Nacional de Energía Solar ⁵ (ANES), publicó la convocatoria sobre el concurso nacional al emprendedor solar a principios del año 2007, convocatoria que intensificó y motivó el ensamblaje final del prototipo, ya que se contaban con la mayoría de los requisitos para participar. Los requisitos a cubrir eran la presentación de un prototipo respaldado por un proyecto empresarial.

Una vez que el investigador termina el ensamblaje del prototipo y realiza la evaluación térmica y eléctrica final, inicia con la elaboración del proyecto empresarial que fue difícil elaborar debido a las limitaciones para hacer un estudio de mercado, proyección financiera que contemplara las necesidades de financiamiento, recuperación de la inversión, proyección de utilidades y demás aspectos financieros y administrativos; sin embargo lo elabora bajo una lógica general. Finalmente, el proyecto es terminado y enviado para participar en el concurso. Meses después la ANES informó al investigador sobre la premiación del prototipo “Calentador Solar Termoeléctrico” reconociendo su esfuerzo y aportación con fecha cuatro de octubre de 2007 en la ciudad de Zacatecas, estado de Zacatecas en México.

Durante la premiación el investigador agradece la ayuda de la alumna Carolina por su colaboración y la aportación de la Empresa Metal Cerámico S.A. de C.V.

En la figura 1 se muestra de manera esquemática el proceso antes descrito identificando actores y duración de cada etapa.

⁵ La asociación Nacional de Energía Solar es una asociación civil mexicana sin fines de lucro, cuyo objetivo estatutarios son: “Proporcionar un foro para la discusión de ideas, la comparación o intercambio de resultados y, en general, la divulgación y promoción de la utilización de la Energía Solar en sus manifestaciones de radiación solar y del aprovechamiento de los fenómenos que producen en forma indirecta como la energía del viento, la biomasa, la hidráulica”, <http://www.anes.org> fecha de consulta 5 de agosto de 2011.

Figura. 1 Proceso de creación, desarrollo y presentación del calentador solar termoeléctrico



Fuente. Elaboración propia a partir de entrevista realizada al Dr. José Guillermo Pérez Luna

El calentador solar termoeléctrico tuvo gran difusión a partir de su premiación en los siguientes medios:

Medios de comunicación de la universidad

- Sitio web del CIDS <http://www.cids.buap.mx/sensores/algo.html>
- Comunicación BUAP, del 24 de julio 2008.
http://www.comunicacion.buap.mx/bol_jul08/boletin-d-24jul.html#3
- Comunicación BUAP, del 4 de diciembre de 2007.
http://www.comunicacion.buap.mx/bol_dic07/boletin-d-04dic.html
- Radio BUAP, realización de varias entrevistas al investigador.

Periódicos

- “El Universal” publicación del 8 de septiembre de 2008, periódico de circulación nacional.
- “Milenio” publicación del 18 de noviembre de 2008, periódico de circulación nacional.

Congresos

- Primer Foro Institucional de Recursos Energéticos, organizado por la Benemérita. Universidad Autónoma de Puebla, del 1 al 3 de septiembre de 2010.
- Cuarto Simposium Nacional de Química Ambiental, organizado por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, del 2 al 3 de septiembre de 2010.

Otros sitios en internet

- Blog “saber sin fin”, <http://sabersinfin.blogspot.com/2007/12/desarrollan-sistema-de-medicin-solar.html>, publicado el 4 de diciembre de 2007.

Al conocer todas estas fuentes de difusión se preguntó al investigador, sobre la existencia de alguna publicación en revista de carácter científico, la respuesta fue

que no existe ninguna publicación de ese carácter ya que el prototipo aún no está protegido por ningún mecanismo legal, por lo tanto no puede publicar el conocimiento que ha desarrollado y perfeccionado a través de los años.

4.2 EL CALENTADOR SOLAR TERMOELÉCTRICO Y SUS CARACTERÍSTICAS

La novedad que incorpora ésta tecnología es la generación de electricidad de cuarenta y cuatro watts cada tres horas. El sistema tiene una batería recargable de doce volts que sirve para almacenar energía eléctrica y disponer de ella por la noche. Al mismo tiempo está diseñado para calentar hasta doscientos litros de agua a una temperatura de 55°C durante el día que almacena en un termo-tanque recubierto con poliuretano para minimizar la pérdida de calor hasta un máximo de 10°C durante la noche. El prototipo ocupará una superficie de tres metros cuadrados sobre los techos de las casas y se estima una vida de diez años. Este tipo de generación de energía es denominada “*in situ*” a través de la absorción de la radiación solar que aprovecha la insolación que recibe casi todo el territorio en México.

El calentador solar termoeléctrico fue desarrollado bajo la teoría del efecto termoeléctrico y está constituido por setenta y ocho celdas termoeléctricas que captan la radiación solar y al mismo tiempo realizan la conversión a energía eléctrica, el excedente de la energía solar que recibe se emplea para calentar el agua en el tanque de poliuretano. El líquido calentado se envía a la red de tubería doméstica mientras un acumulador almacena la electricidad generada.

Este invento fue diseñado para cubrir las necesidades de agua caliente de una familia integrada por cinco miembros y abastecer de energía eléctrica en un 5% del total de consumo en un día. En el proyecto empresarial estimaron el precio para su comercialización de \$15, 000.00 equivalente a €882 en base a la determinación del costo de producción unitario más la utilidad estimada por producto.

La principal inconveniencia asociada al prototipo aparece en días de nublados constantes genera al mínimo sus dos funciones.

4.2.1 Determinación de mejoras frente a calentadores solares similares

Para determinar las mejoras que representa el calentador solar termoeléctrico primero se buscó algún invento que se comercialice en el mercado y tenga las funciones de generar energía eléctrica y calentar agua. La búsqueda se realizó a través de la Asociación Nacional de Energía Solar A.C. (ANES) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía⁶ (CONUEE). La primera institución cuenta con un padrón de empresas denominadas “industria solar” quienes se dedican exclusivamente a la fabricación de productos que generan otros tipos de energía a través del aprovechamiento de energía solar o eólica, la segunda institución también cuenta con un padrón de industrias. La búsqueda consistió en consultar cada sitio en internet de cada empresa buscando un producto igual o similar. Como resultado de la búsqueda se encontró:

- 1. No existe en el mercado un producto similar es decir algún invento que genere energía eléctrica y caliente agua al mismo tiempo.**
2. Existen dos productos distintos que generan cada tipo de energía por separado. El producto denominado calentador solar únicamente calienta agua y la planta solar únicamente genera energía eléctrica para uso doméstico.

Derivado de los resultados obtenidos se eligió como producto similar a comparar el calentador solar de agua en base a los siguientes fundamentos:

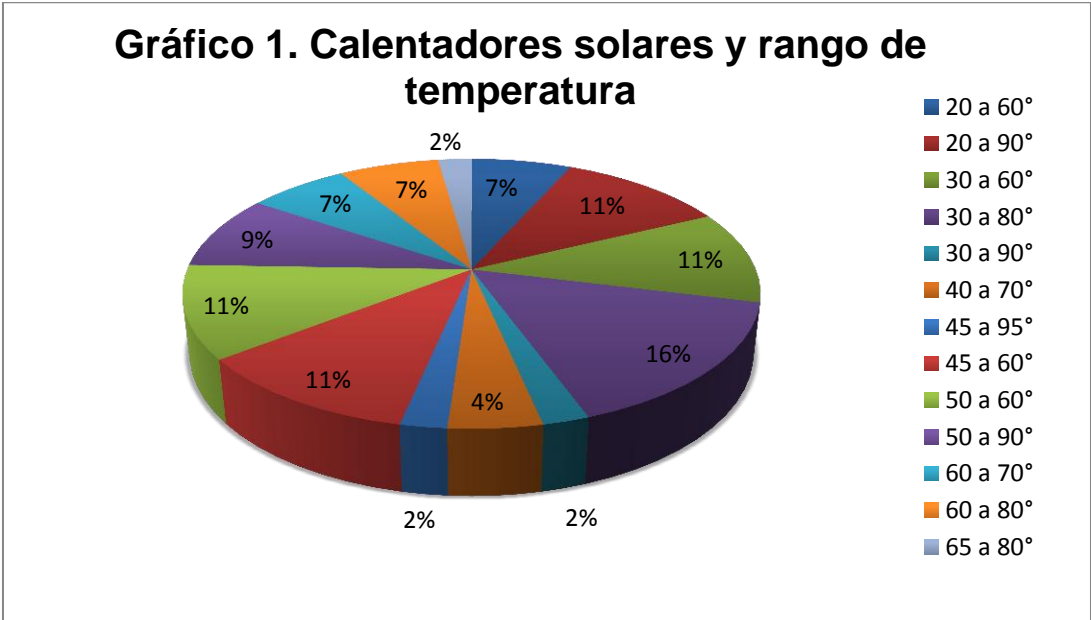
1. La cantidad de energía eléctrica que genera el calentador solar termoeléctrico es mínima y su potencial para calentar agua es mayor, por lo tanto comparte mayor similitud con un calentador solar de agua.
2. Pocas empresas ofrecen o venden plantas eléctricas.

⁶ Es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía con autonomía técnica y operativa. Su objetivo es promover la eficiencia energética, <http://www.conuee.gob.mx> fecha de consulta 5 de octubre de 2011.

Como principales características a analizar y que servirán para determinar las mejoras de este nuevo calentador frente a los existentes en el mercado se seleccionó como referencia la capacidad del tanque para calentar y abastecer agua en doscientos litros, a partir de esta característica se eligieron otras características, a) nivel o rango de temperatura que alcanza el agua, b) vida útil y c) precio. El resultado es presentado en los siguientes párrafos:

a) Nivel de temperatura

De los cuarenta y cinco calentadores con capacidad de doscientos litros todos ofrecen un rango de temperatura mínimo y máximo. El rango mínimo es de 20 a 60°C y el máximo es de 65 a 80°, dichos rangos dependen de los materiales con los que son fabricados y ensamblados. Los resultados relevantes son: el 16% genera entre 30 a 80°C, seguida por los calentadores que generan los rangos de temperatura 20 a 90°C, 30 a 60°C, 45 a 60°C y 50 a 60°C, cada rango representa un 11%. La diversidad de rangos es presentada en el gráfico 1, donde se puede apreciar los trece rangos distintos de temperatura; esta diversidad es aprovechada por las empresas para diferenciar su producto y hacerlo más atractivo.

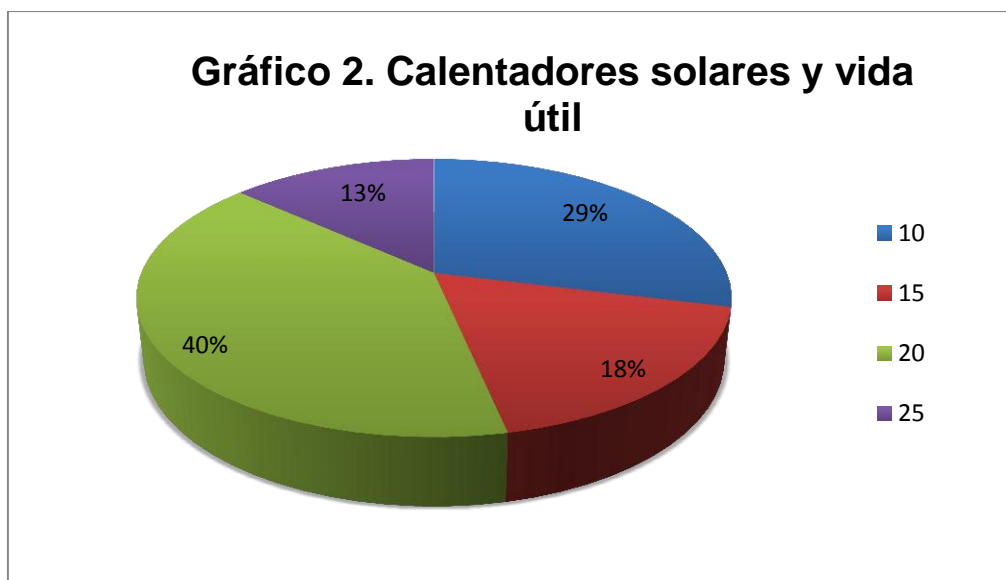


Fuente: Elaboración propia

Una vez que se tuvo conocimiento del potencial de generación de temperatura de los calentadores solares existentes en el mercado, se hizo el análisis para conocer la vital útil o estimada.

b) Vida útil

La vida útil estimada de los cuarenta y cinco calentadores varía según el mantenimiento que se les realice, materiales de fabricación y predicciones del cambio climático, ya que estos productos son instalados en las azoteas de las casas y por lo tanto están expuestos en el medio ambiente. La vida útil mínima es de diez años y la vida máxima es de veinticinco años. Se encontró que el 40% tiene una vida útil de veinte años, seguida por el 29% con vida útil de diez años, el 18% con vida útil de quince años y 13% con vida útil de veinticinco. Ver gráfico 2



Fuente: Elaboración propia

La oferta de veinticinco años de vida útil tiene la intención de hacer atractiva la calentador solar, sin embargo, es poco confiable ya que la minoría de empresas estima esa vida útil.

c) Precio

En la búsqueda del precio de los calentadores se tuvo la limitación de no tener acceso o consulta de precios, por lo tanto se realizaron llamadas telefónicas con la intención de conocer el precio, sin embargo, no en todos los casos se tuvo éxito. De los cuarenta y cinco calentadores solo se conoce el precio treinta de estos que representa el 66.6%. El precio tiene relación directa con la vida útil estimada y su potencial para calentar agua a determinada temperatura, además algunas son empresas pequeñas y otras grandes. El precio mínimo es de \$8,200.00 y el precio máximo es de \$20,701.45, la mediana es de \$10,500.00. Se buscó información que justificará por qué la diferencia de precios encontrando que depende de los materiales con los que es fabricado como espesor de la estructura, aislante térmico, recubrimiento del tanque, tipo de tubos y demás especificaciones de carácter técnico, además algunas empresas ofrece servicio posventa o de mantenimiento después de instalar el calentador.

Una vez que se tienen determinadas las características representativas de los calentadores solares de agua existentes en el mercado es necesario contrastarlas con las del calentador solar termoeléctrico, el cual tiene una capacidad de almacenamiento y calentamiento de agua de doscientos litros, potencial para calentar agua hasta una temperatura de 55°, vida útil estimada de diez años y un precio estimado de \$15,000 pesos. Ver cuadro 2 donde se muestra comparación

Cuadro 2. Características del calentador solar termoeléctrico & calentador solar de agua

Característica	Calentador solar termoeléctrico	Calentador solar de agua del mercado
Funciones	Energía eléctrica y calienta agua	Calienta agua
Temperatura	Hasta 55° centígrados	30 a 80° centígrados
Vida útil estimada	10 años	20 años
Capacidad tanque	200 litros	200 litros
Precio	\$15,000.00	\$11, 200.00

Fuente: Elaboración propia

Nota. Para la comparación se tomaron las características representativas de los cuarenta y cinco calentadores.

En el cuadro 2 se muestra de manera clara las diferencias entre ambos tipos de calentadores. La primera característica de comparación es la función, encontrando que el calentador solar termoeléctrico tiene una ventaja competitiva con respecto a los calentadores solares de agua por su capacidad para generar energía eléctrica además de calentar agua. Con respecto a la característica del nivel de temperatura que alcanza el líquido es evidente que los calentadores solares de agua generan un rango de temperatura que rebasa al del calentador solar termoeléctrico. Sobre la vida útil estimada, los calentadores solares de agua ofrecen mayor vida útil en comparación con el nuevo calentador. El precio del calentador solar termoeléctrico es mayor que el precio del calentador solar de agua. El investigador justifica el diseño del calentador solar termoeléctrico para proporcionar el nivel de temperatura, vida útil y precio en base a los siguientes fundamentos:

- El invento está diseñado para calentar agua que alcance una temperatura de hasta 55°C ya que su uso será doméstico. Por lo tanto abastecerá de agua caliente para bañarse, lavar utensilios de cocina, ropa y actividades de limpieza del hogar, bajo este razonamiento se entiende que las personas no se bañan con agua que rebase la temperatura de 50°C así como las demás actividades de lavado y limpieza del hogar. Por lo tanto diseñar un calentador con capacidad para generar mayor temperatura estaría sobrado y le restaría potencial para generar energía eléctrica.
- La vida útil de diez años es justificada en base a sus especificaciones tecnológicas, ya que su estructura física son módulos termoeléctricos compuesto por celdas termoeléctricas y termopares a los cuales no se les puede estimar una vida mayor y tomando en cuenta que el calentador estará instalado en la azoteas de las casas donde estará expuesto a todos los cambios en el medio ambiente -lluvias, tormentas eléctricas, insolación,

viento, bajas de temperatura- las cuales se han acentuado en los últimos años.

- La elección de la capacidad del tanque para abastecer de agua caliente en doscientos litros fue planteada en base a familias integradas por cinco miembros y estimando un consumo de cuarenta litros por persona.
- El precio estimado de \$15,000.00 fue determinado según estimación del costo unitario de producción y proyección de utilidad. Este precio es razonable si se considera que es un “producto” que genera dos tipos de energía a la vez.

La mejora y fortaleza que diferencia al calentador solar termoeléctrico frente a los existentes en el mercado es la generación de dos tipos de energía en un solo producto a un precio adecuado y que cubre las necesidades de una familia de cinco miembros.

4.2.2 Por qué transferir el calentador solar termoeléctrico

Para determinar la viabilidad comercial del calentador solar termoeléctrico previamente se debe hacer un estudio de mercado que permita conocer su aceptación, tema que no es objeto de estudio en este trabajo de investigación. Sin embargo, en base al sondeo del mercado realizado podemos afirmar que el calentador solar termoeléctrico es viable comercialmente si se le hicieran los cambios o ajustes necesarios para aumentar su potencial en generación de energía eléctrica y abastecer en mayor porcentaje a un hogar de cinco miembros. De esa forma las familias mexicanas percibirán como necesidad adquirir un calentador solar termoeléctrico que les ayude a ahorrar recursos económicos destinados al consumo de gas y energía eléctrica, además contribuirán a la conservación del medio ambiente.

Uno de los argumentos que justifican la transferencia del calentador solar termoeléctrico es indudablemente la viabilidad económica, sin embargo, existen otros argumentos a favor de la transferencia como:

- En la actualidad no existe un invento en el mercado nacional que tenga las funciones de generar energía eléctrica y calentar agua al mismo tiempo de manera limpia y sin costo.
- Reducción en el consumo de energías no renovables.

Ambos fundamentos son tan válidos que justifican la transferencia del calentador solar termoeléctrico, sobre todo en la actualidad que se tiene especial atención en el cuidado del medio ambiente y reducción de contaminación.

4.2.3 Análisis para la transferencia del calentador solar termoeléctrico

Antes de iniciar el análisis, primero se debe tener claro qué se transferirá, en este caso la tecnología a transferir es el calentador solar termoeléctrico. Los elementos tangibles que lo componen son los diseños, especificaciones de materiales, cálculos de niveles de voltaje, temperatura etc. El elemento intangible es el conocimiento tecnológico de cómo generar energía eléctrica y calentar agua al mismo tiempo a través de celdas termoeléctricas.

A partir de la desagregación de componentes de la tecnología, se hizo la siguiente pregunta “¿es fácil de aprender o copiar el conocimiento tecnológico de cómo generar energía eléctrica y calentar agua al mismo tiempo a través de celdas termoeléctricas?” El investigador respondió que el conocimiento puede ser aprendido de forma fácil por algún ingeniero con estudios de maestría, capacidad de análisis y experiencia en construcción de celdas termoeléctricas. El resto del conocimiento lo ha codificado en formulas, dibujos, diseños, cálculos, etc. Conocer la característica del conocimiento tecnológico sobre la facilidad de aprender y ser copiado justificará la elección del mecanismo de comercialización y modelo del proceso de transferencia adecuado al calentador solar termoeléctrico. Para éste análisis también se toman en cuenta las circunstancias del investigador y de la universidad, ya que de manera indirecta o directa influyen.

Descripción general de las circunstancias del investigador

El doctor José Guillermo Pérez Luna es un profesor–investigador titular A de tiempo completo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla⁷, las principales actividades que desempeña son: la impartición de clases en dos licenciaturas y en dos posgrados que se imparten dentro del CIDS, realiza proyectos de investigación de manera individual y con el GMyCI, tutora o asesora a estudiantes para la elaboración de tesis, también es ponente en conferencias y congresos nacionales e internacionales; todas estas actividades son mencionadas de manera enunciativa más no limitativa, ya que derivado de estas actividades surgen otras inherentes.

Después de la descripción de actividades y responsabilidades de su puesto es evidente que el investigador tiene una agenda llena de actividades y con poco tiempo libre, sin embargo, manifiesta que tiene toda la disposición para llevar la transferencia de alguno de los prototipos que ha desarrollado a alguna empresa que esté interesada.

Descripción general de las circunstancias de la universidad

Según narración del investigador y consulta que se hizo del sitio en internet de la vicerrectoría de investigación y estudios de posgrado donde difunde los resultados obtenidos por sus investigadores existe tendencia a realizar investigación básica para el incremento del conocimiento de este tipo. Sin embargo a principios del mes de octubre esta misma vicerrectoría publicó una convocatoria donde establece el procedimiento a seguir por todos los investigadores que han desarrollado inventos y quieren patentarlos. A partir de la publicación de dicha convocatoria inferimos que la BUAP está iniciando una nueva etapa y quizás proyectándose a ser un agente de desarrollo económico.

Una vez que hemos contextualizado de manera general podemos iniciar el análisis de los mecanismos de transferencia.

⁷ Según ficha técnica del investigador <http://www.cids.buap.mx/cids.html> consultado 12 de agosto de 2011

Análisis de los mecanismos para comercializar el calentador solar termoeléctrico

El presente análisis tiene como objetivo contar con los elementos de juicio que fundamenten la sugerencia del mecanismo legal o forma de comercializar el calentador solar termoeléctrico. En este análisis se consideran las características de cada mecanismo asociándolas al calentador solar termoeléctrico junto con las circunstancias del investigador y la universidad.

Patente y licencias de patente

La patente es una forma legal para la protección y apropiación del invento. Una vez lograda la patente el titular de ésta, puede otorgar los derechos de explotación en forma parcial o total a través de una licencia. La licencia es el mecanismo de transferencia o de comercializar la tecnología. En México la legislación que regula la figura legal de patente y licencia es la Ley de la Propiedad Industrial (LPI). El organismo que administra la propiedad industrial es el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual⁸ (IMPI). Para conocer si el invento puede ser patentado se consultó la LPI así como las publicaciones sobre procedimientos y requisitos establecidos por el IMPI. De la revisión realizada se presentan los siguientes puntos:

- El invento puede ser patentando ya que cumple con los requisitos establecidos.
- El trámite administrativo requiere de un año diez meses para lograr la patente y puede ser realizado en la ciudad de Puebla.
- El costo de la patente es de \$31,620.00 equivalente a €1,860.00.
- Tiempo o vigencia de la patente veinte años.

La licencia de patente puede ser una o más derivadas de una sola patente, es decir el titular de la patente puede fraccionar los componentes de la tecnología

⁸ Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, con autoridad legal para administrar el sistema de propiedad intelectual en nuestro país. <http://www.impi.gob.mx/> fecha de consulta 27 de septiembre de 2011.

patentada y otorgar el derecho de explotación a través de varias licencias. En el caso del calentador solar termoeléctrico, esta tecnología tiene un diseño totalmente distinto al de cualquier calentador solar de agua, otro componente a destacar es la construcción de los módulos termoeléctricos a base de celdas termoeléctricas y soldado de termopares de la cual encontraron la mejor aleación para soldar y con mayor potencial energético, y finalmente el conocimiento tecnológico de cómo generar energía y calentar agua al mismo tiempo. Bajo ese orden de ideas, cuando se logre la patente del calentador solar termoeléctrico se pueden otorgar las siguientes licencias:

- 1) Licencia de diseño
- 2) Licencia sobre construcción y ensamblaje de módulos termoeléctricos.
- 3) Licencia del conocimiento tecnológico

Establecer o determinar el precio o valor de cada una de las licencias que se pueden otorgar carecería de fundamento y la única referencia con la que se cuenta es el proyecto empresarial que elaboraron en el año 2007, el cual contiene una proyección de ventas de quince calentadores por mes, dicha proyección de ventas no está respaldada por algún estudio de mercado.

Entre los factores que influyen para elegir este mecanismo podemos mencionar el tipo de contratación laboral del investigador de forma permanente, que establece su reconocimiento por los resultados que obtenga pero la propiedad de esos resultados son de la universidad. Con este antecedente, en la convocatoria publicada recientemente para patentar los inventos que han obtenido los investigadores de la universidad establecen los siguientes lineamientos generales: a) se reconoce la autoría del investigador en la patente, b) el titular de la patente será la BUAP y c) el pago de regalías al investigador serán del 30% sobre la explotación que haga a través de licencias.

Fundamentos a favor de este mecanismo

El fundamento que da toda la justificación de la elección de este mecanismo es la propiedad del conocimiento tecnológico de poder ser aprendido fácilmente. En el

supuesto de la transferencia sin la protección por la patente, algún ingeniero con el perfil adecuado puede copiar el calentador solar termoeléctrico y sacarlo al mercado con algunas modificaciones. Otro fundamento a favor es que el investigador tiene codificado el resto del conocimiento es decir está expresado en fórmulas, diseños, dibujos, cálculos; todos estos son requisitos para el procedimiento administrativo. También se debe considerar que la universidad explotara la patente por veinte años a través del otorgamiento de varias licencias las cuales pueden ser negociadas a distintos precios. Finalmente las universidades gozan del 50% de descuento en pagos asociados a la obtención de patentes según la LPI.

Fundamentos en contra de este mecanismo

Indudablemente el tiempo de espera para recibir el título de patente representado en un año diez meses es demasiado largo.

Convenio de colaboración con la empresa

La utilización de este mecanismo representa la exclusividad de transferir el calentador solar termoeléctrico con sus elementos tangibles e intangibles a una sola empresa, es decir la transferencia será exclusiva. Esta exclusividad debe ser reflejada en el monto al que se pacte el convenio de colaboración. Los puntos más importantes a tomar en cuenta es la elección de la empresa adecuada para celebrar el convenio y el precio o monto al que se pacte.

Para llevar a cabo este mecanismo previamente los empleados o colaboradores de la empresa beneficiaria de la tecnología deben firma el compromiso de mantener el en secreto el proceso de fabricación o ensamblaje del calentador solar termoeléctrico.

Fundamentos a favor de este mecanismo

Es un mecanismo sencillo que no requiere de trámites administrativos ni tiempos de espera y por lo tanto una vez que se ha seleccionado a la empresa beneficiaria, junto con la negociación del monto en dinero al que se pacta el convenio se puede iniciar de manera inmediata la transferencia. También es preciso mencionar que el investigador tiene habilidades de comunicación y cooperación y que han sido probadas en la relación informal de colaboración con la empresa Metal Cerámico S.A. de C.V.

Fundamentos en contra de este mecanismo

Debido a que el conocimiento tecnológico puede ser aprendido de manera fácil el calentador solar termoeléctrico puede ser imitado en el corto o mediano plazo una vez que salga al mercado, por lo tanto la vigencia del convenio se verá reducida. En este supuesto se deberán realizar mejoras al invento que les permita continuar en el mercado. Otro punto a tomar en cuenta es la confiabilidad de los ingenieros a quienes se transferirá la tecnología. Si se opta por este mecanismo deberá realizarse reasignación de actividades-responsabilidades del investigador, pues la colaboración implica relación estrecha de trabajo y comunicación.

Creación de Spin off o Start up

La creación de una empresa cuya actividad principal sea la fabricación y ensamblaje del calentador solar termoeléctrico por el investigador o miembros del GMyCI es un mecanismo que bajo nuestro punto de vista aún no está preparado para llevar a cabo la BUAP.

Sin embargo no descartando esta opción se cuestionó al investigador sobre la posibilidad de crear una empresa dedicada a la fabricación de sus inventos, obteniendo como respuesta “he evaluado esta opción y los medios para obtener financiamiento, pero soy un investigador con perfil de tecnólogo y me apasiona crear y desarrollar tecnología. Considero que se perderá a una persona que tiene

gran potencial para crear que ganar un empresario.” A partir de la afirmación del investigador se descarta la creación de spin off en este momento.

Fundamentos a favor de este mecanismo

La elección de este mecanismo es un proceso interno de la universidad, ya que dentro de esta institución es donde se crea la nueva empresa.

Fundamentos en contra de este mecanismo

El investigador por el momento no tiene motivación para crear spin off, además la universidad no tiene las condiciones propicias para crear, apoyar y estimular a nuevas empresas.

Una vez analizados los distintos mecanismos para comercializar la tecnología, el siguiente punto será analizar la elección del modelo del proceso de transferencia del calentador solar termoeléctrico a la empresa.

Análisis de los modelos para transferir el calentador solar termoeléctrico

El resultado de este análisis será contar con los elementos de juicio que respalden la sugerencia del modelo adecuado para transferir el calentador solar termoeléctrico a la empresa, estos modelos son los presentados en el capítulo III.

Antes de iniciar el análisis, es necesario nuevamente mencionar y subrayar que el investigador tiene una relación informal de cooperación con la empresa Metal Cerámico S.A. de C.V., de la cual es evidente que han desarrollado un canal claro y abierto de comunicación que es comprobado cuando la empresa fabricó los captadores porcelanizados diseñados por el investigador. Este hecho es un antecedente es referencia para sugerir el modelo adecuado de transferencia.

Modelo lineal para el proceso de transferencia

Este modelo tiene como punto medular la existencia de un agente de transferencia como intermediario o “puente” entre los investigadores de la universidad y el personal de la empresa involucrado en el proceso. El proceso de transferencia se

llevará a cabo por etapas. En la etapa de búsqueda el agente de transferencia será el encargado de establecer contacto con las empresas dedicadas a la producción y comercialización de equipos que aprovechan la energía solar o tecnología solar. Esta etapa terminará cuando el agente haya pactado la transferencia con alguna empresa interesada en llevar a la producción el calentador solar termoeléctrico, acompañado por el proyecto de transferencia contemplando tiempos, procesos, actividades, responsabilidades, mecanismo de comercialización, montos o pagos etc. La siguiente etapa es el aprendizaje, en la cual el investigador enseñará o transmitirá el conocimiento tecnológico para generar energía eléctrica y calentar agua al mismo tiempo a través de celdas termoeléctricas, también explicará de manera detallada los diseños, dibujos, cálculos y dudas sobre el conocimiento codificado. Podemos afirmar que esta es será la etapa de transferencia real y por lo tanto la comunicación es esencial para el éxito y puedan continuar con la siguiente etapa. En la etapa de adaptación el equipo de la empresa beneficiaria de la tecnología “adaptara” el calentador solar termoeléctrico a su proceso de producción y como consecuencia realizará cambios que pudieran ser pequeños o mayores de acuerdo a la infraestructura con la que cuente. Finalmente en la etapa de utilización se realizará la evaluación final del proceso de transferencia ya que esta etapa el calentador solar estará totalmente transferido, produciendo y a punto de salir al mercado.

Argumentos a favor

Es necesaria la presencia de un agente de transferencia que lidere, controle, estimule y lleve a su fin el proceso de transferencia ya que tanto el investigador y la universidad tienen escasa experiencia en procesos de transferencia tecnológica. Por la forma en que el investigador crea y desarrolla los inventos, es decir él determina qué proyecto realizar en base a su visión como investigador sin tomar en cuenta otros factores como algún estudio de mercado, facilidades o estímulos que otorgue el gobierno a industrias, etc.

Argumentos en contra

La utilización del modelo lineal de manera indirecta hace indispensable la presencia del agente de transferencia y puede surgir dependencia hacia esta persona. Además establecer este modelo puede conducir a los investigadores a continuar realizando proyectos de investigación de acuerdo a su determinación de necesidades bajo su visión de investigadores, sin tomar en cuenta otros factores. Lo anterior expuesto puede conducir a que la tecnología no tenga el éxito que se espera en el mercado.

Modelo interacción-cooperación para el proceso de transferencia

La esencia de este modelo es el “net work” o trabajo en red, bajo los principios de cooperación, comunicación, interacción e interdependencia que hacen innecesaria la figura del agente de transferencia de tecnología. Para llevar a cabo este modelo es indispensable que el investigador tenga la habilidad de comunicación y trabajo en equipo. El proceso de transferencia se realiza por etapas. La primera etapa es elección del socio adecuado (empresa) evaluando distintos aspectos de la empresa, como el impacto de la colaboración que obtendrá la universidad, la solidez de la empresa, etc. En la etapa de planeación e iniciación se formaliza la relación de colaboración y establece el proyecto de transferencia del calentador solar termoeléctrico donde se asignan responsabilidades, actividades, fechas de entrega de resultados, aplicación de recursos financieros. La etapa de implementación e integración es la transferencia del calentador solar termoeléctrico con sus elementos tangibles e intangibles. Finalmente en la etapa final se evaluarán los resultados obtenidos.

Los argumentos a favor

Bajo el antecedente de la relación informal de cooperación con la empresa Metal Cerámico S.A. de C.V., podemos afirmar que el investigador puede desarrollar una relación de cooperación, comunicación e interacción con miembros de otras empresas. Además el investigador está enfocado a la obtención de resultados. El

fundamento quizás con mayor importancia es el resultado de la interacción e interdependencia constante hará que la transferencia sea exitosa. Es un buen momento para la BUAP establecer relaciones formales con empresas para adoptar en el corto plazo la función de agente de desarrollo económico.

Los argumentos en contra

Las responsabilidades y actividades del puesto del investigador lo limitan en tiempo para interactuar de manera constante con el personal de la empresa recibe la tecnología.

Modelo híbrido

Este modelo es la fusión de los principios y planteamiento de los modelos lineal e interacción-cooperación. En el cual es necesario el agente de transferencia encargado de la parte administrativa y legal. El proceso de transferencia del calentador solar termoeléctrico se desarrollará bajo los principios de cooperación, comunicación, interacción e interdependencia sin que el agente de transferencia coordine todo el proceso de manera directa como en el modelo lineal. Las etapas del proceso de transferencia serán similares a las descritas en ambos modelos.

Argumentos a favor

Entre los argumentos a favor de este modelo se encuentran: la no dependencia del agente de transferencia de tecnología, el investigador tiene la disposición y habilidades para establecer una relación de cooperación e interacción.

Bajo nuestro punto de vista este modelo no tiene argumentos en contra.

Realizado el análisis de los modelos y mecanismo para comercializar el calentador solar termoeléctrico se puede sugerir la mejor opción, que será presentado en las conclusiones.

4.3 CONCLUSIONES

El análisis realizado en el cuarto capítulo proporciona los elementos de juicio para emitir las siguientes conclusiones:

El calentador solar termoeléctrico tiene la ventaja competitiva de generar energía eléctrica y calentar agua al mismo tiempo, cubriendo la necesidad de abastecimiento de agua caliente a una familia de cinco miembros. Su utilización representaría la disminución del consumo de energías no renovables y por consecuencia el ahorro de recursos económicos. Al mismo tiempo el invento genera estas energías de forma limpia a través del aprovechamiento de la energía solar. Todos estos argumentos justifican la necesidad de transferirlo a la empresa.

El calentador solar termoeléctrico debe ser protegido por la figura legal de patente ya que el conocimiento tecnológico que ha desarrollado el investigador es fácil de aprender por algún profesional o investigador con el perfil adecuado e incluso puede ser imitado en el corto plazo a partir de que inicie su comercialización. Por lo tanto el mecanismo para comercializarlo será a través del otorgamiento de licencia de patente.

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla puede otorgar más de una licencia de patente con el fin de obtener más ingresos que se destinen a la investigación dentro de la institución. Las licencias que puede otorgar son: 1) licencia de diseño, 2) licencia de revelación del secreto de cómo generar energía eléctrica y calentar agua al mismo tiempo a través de celdas termoeléctricas y 3) licencia de construcción y ensamblaje de módulos termoeléctricos.

El modelo adecuado para transferir el calentador solar termoeléctrico a la empresa es el modelo lineal. Esta afirmación se hace en base a la necesidad de un agente de transferencia de tecnología que asesore, controle, lidere y actúe como intermediario entre el investigador y el personal de la empresa; ya que la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y el investigador no tienen experiencia en procesos de transferencia tecnológica. Por otro lado, el proceso de creación y desarrollo de tecnología que lleva a cabo el investigador tienen una

secuencia lineal tal y como lo plantea este modelo. Además, las responsabilidades y actividades del investigador le impiden destinar todo su tiempo a algún proceso de transferencia y su ausencia de forma parcial sería cubierta por el agente de transferencia.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Aceytuno Pérez, M.T. (2009): *Las oportunidades tecnológicas para la creación de spin-offs universitarias. Un análisis de las políticas de incubación de las universidades andaluzas*, Tesis Doctoral, Mimeo.
- Anderson, A.E; Batten, D. y Karlsson, C. (1989): From the Industrial Age to the Knowledge Economy, en Anderson, A.E.; Batten, D. y Karlsson, C.: *Knowledge and Industrial Organization*, Springer-Verlag, Berlin.
- Antonelli, C. (2005): "Model of Knowledge and Systems of Governance", *Journal of Institutional Economics*, 1(1), 51-73.
- Antonelli, C. (2008): "The New Economics of the University: a Knowledge Governance Approach", *Journal of Technology Transfer*, 33, 1-22.
- Bessant, J. y Rush, H. (1995): "Building Bridges for Innovation: Role of Consultants in Technology Transfer", *Research Policy*, 24, 97-114.
- Bozeman, B. (2000): "Technology Transfer and Public Policy: a Review of Research and Theory", *Research Policy*, 29, 627-655.
- Carayannis, E.G y Alexander, J. (1998): "Achieving Success and Managing Failure in Technology Transfer and Commercialization: Lessons Learned from us Government R&D Laboratories", *International Journal of Technology Management*, 17(3/4), 1-42.
- Carlsson, B. y Fridh A.C. (2002): "Technology Transfer in United States Universities", *Journal of Evolutionary Economics*, 12, 199-232.
- Cole, B. (1992): "DOE Labs: Models for Tech Transfer", *IEEE Spectrum*, 29 (12), 53-57.
- Cooke, I. y Mayes, P. (1996): *Introduction to Innovation and Technology Transfer*, Artech House, Inc., London.

- Cupani, A. (2006): "La peculiaridad del conocimiento tecnológico", *Scientia Studia, Sao Paulo*, 4(3), 353-371.
- Dewar, R. D. y Dutton, J.E. (1986): "The Adoption of Radical and Incremental Innovations: an Empirical Analysis", *Management Science*, 32(11).
- Dosi G. (1998): "Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation", *Journal of Economic Literature*, XXVI, 1120-1171.
- Ettlie, J.; Bridges, W.P. y O'Keefe, R.D. (1984): "Organization Strategy and Structural Differences for Radical versus Incremental Innovation", *Management Science*, 6, 682-695.
- Etzkowitz, H. (2003): "Research Groups as 'Quasi-Firms': the Invention of the Entrepreneurial University", *Research Policy*, 32, 109-121.
- Fagerberg, J. (2005): Innovation: A Guide to the Literature, en Fagerberg J.; Mowery D.C.; Nelson R.R.: *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Nueva York.
- Freeman, C. (1974[1975]): *La teoría económica de la innovación industrial*; Alianza Editorial, Madrid.
- Goldhor, R.S. y Lund, R.T. (1983): "University-to-Industry Advance Technology Transfer: a Case Study", *Research Policy*, 12 (3), 121-152.
- Hancock, A. (1984): *Technology Transfer and Communication*; United Nations Educational Scientific and Cultural Organization; Paris.
- Harmon, B.; Ardishvili, A.; Cardozo, R.; Elder, T.; Leuthold, J.; Parshall, J.; Raghian, M.; Smith, D. (1997): "Mapping the University Technology Transfer Process", *Journal of Business Venturing*, 12, 423-434.
- Henderson, R.M. y Clark, K.B. (1990): "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing", *Administrative Science Quarterly*, 35, 9-30.

- Herbig, P. y Kramer, H. (1993): "Low Tech innovation: Resurveying the basic meaning of innovation", *Management Decision*, 31(3), 4-7.
- Herrmann, A.; Gassmann, O. y Eisert, U. (2007): "An Empirical Study of the Antecedents for Radical Product Innovations and Capabilities for Transformation", *Journal of Engineering and Technology Management*, 24, 92-120.
- Koberg, C.S.; Detienne, D. R. y Heppard, K.A. (2003): "An Empirical Test of Environmental, Organizational, and Process Factors Affecting Incremental and Radical Innovation", *The Journal of High Technology Management Research*, 14, 21-45.
- Large, D.W. y Barclay D.W. (1992): "Technology Transfer to the Private Sector: A Field Study of Manufacturer Buying Behavior", *Journal of Product Innovation Management*, 9, 26-43.
- Lipinski, J.; Minutolo, M.C. y Crothers, L.M. (2008) "The Complex Relationship Driving Technology Transfer: The Potential Opportunities Missed by Universities", *Journal of Behavioral and Applied Management*, 9(2), 112-133.
- Maidique, M.A. y Zirger, B.J. (1985): "The New Product Learning Cycle", *Research Policy*, 14, 299-313.
- Mansfield, E. (1968): *The Economics of Technological Change*; W. W. Norton & Company Inc., New York.
- Markman, G.D.; Phan, P.H.; Balkin, D.V. y Gianiodis, P.T. (2005): "Entrepreneurship and University-Based Technology Transfer", *Journal of Business Venturing*, 20, 241-263.
- Mora Valentin, E.M.; Montoro Sánchez, A. y Guerras Martín, L.A. (2004): "Determining Factors in the Success of R&D Cooperative Agreements between Firms and Research Organizations", *Research Policy*, 33, 17-40.

- Mowery, D.C. y Rosenberg, N. (1989[1992]): *La tecnología y la búsqueda del crecimiento económico*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Nelson, R. (1971[1979]): La economía sencilla de la investigación científica básica, en Rosenberg, N.: *Economía del cambio tecnológico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Nieto Antolín, M. y Pérez Cano C. (2006): “Características del conocimiento tecnológico y mecanismos de apropiación de innovaciones”, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 5(3), 93-106.
- OCDE (2005), Manual de Oslo, Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, Tercera edición, París.
- Padmanabhan, V. y Souder W.E. (1994): “A Brownian Motion Model for Technology Transfer: Application to a Machine Maintenance Expert System”, *Journal of Product of Innovation Management*, 11, 119-133.
- Parker, D. y Zilberman, D. (1993): “University Technology Transfer: Impacts on Local and U.S. Economies”, *Contemporary Economic Policy*, 11(2), 87.
- Pavitt, K. (2005): Innovation Process, en Fagerberg J.; Mowery D.C.; Nelson R.R.: *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Nueva York.
- Rogers, E.M.; Takegami, S. y Yin, J. (2001): “Lessons Learned about Technology Transfer”, *Technovation*, 21, 253-261.
- Rosenberg, N. (1971[1979]): *Economía del cambio tecnológico*; Fondo de Cultura Económica, México.
- Rothwell R. y Gardiner P. (1985): “Invention, Innovation, Re-innovation and the Role of the User: a Case Study of British Hovercraft Development”, *Technovation*, 3, 167-183.
- Rothwell R. (1994): “Towards the Fifth-generation Innovation Process”, *International Marketing Review*, 11 (1), 7-31.

- Rothwell, R. y Robertson A.B. (1973): "The Role of Communications in Technological Innovation", *Research Policy*, 2 (3), 204-225.
- Ruttan, V. (1971[1979]): Usher y Schumpeter en la invención, innovación y el cambio tecnológico, en Rosenberg, N.: *Economía del cambio tecnológico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Sagasti, F. R. (1981): *El factor tecnológico en la teoría del desarrollo económico*; Colegio de México, México.
- Schumpeter J.A. (1911[1967]): *Teoría del desenvolvimiento económico*; Fondo de Cultura Económica, México.
- Schumpeter J.A. (1942[1971]): *Capitalismos, socialismo y democracia*; Aguilar, Madrid.
- Schumpeter J.A. (1971[1979]): La inestabilidad del capitalismo, en Rosenberg, N.: *Economía del cambio tecnológico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Starbuck, E. (2001): "Optimizing University Research Collaborations", *Research Technology Management*, 44 (1), 40-44.
- Swords-Isherwood, N. (1984): *The process of Innovation: a Study of Companies in Canada, The United States and The United Kingdom*; British North America Committee, United Kingdom.
- Teubal, M. (1987): On User Needs and Need Determination, en Teubal, M.: *Innovation Performance, Learning, and Government Policy: Select Essays*; Madison University of Wisconsin Press.
- Tushman, M.L. y Anderson P. (1986): "Technological Discontinuities and Organizational Environments", *Administrative Science Quarterly*, 31(3), 439-465.

Usher, A.P. (1971[1979]): Cambio técnico y formación de capital, en Rosenberg, N.: *Economía del cambio tecnológico*, Fondo de Cultura Económica, México.

Zhao, L. y Reisman, A. (1992): "Toward Meta Research on Technology Transfer", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(1), 13-21.

ANEXOS

ANEXO 1

Guía de entrevista dirigida al doctor Guillermo Pérez Luna, creador del calentador solar termoeléctrico y respuestas.

I. Investigación que desarrollada por el GMyCI

- 1.- ¿Cómo interactúan en grupo de investigación?
- 2.- ¿Cuál es su principal objetivo para realizar investigación?
- 3.- ¿Bajo qué indicadores son evaluados según el resultado de su investigación?
- 4.- ¿Algún miembro del equipo tiene relación formal e informal con alguna empresa?
- 5.- Organizacionalmente, es decir dentro de la estructura organizacional ¿de qué unidad depende este equipo de investigación?
- 6.- ¿A quién se reporta los resultados de la investigación realizada?

II. Mapeo del proceso de creación y desarrollo del Invento

- 7.- ¿Cómo surgió la idea del calentador solar termoeléctrico?
- 8.- ¿Cuál fue su objetivo cuando creó el calentador? Y ¿Cuál es su objetivo actual con respecto al invento?
- 9.- Basado en la termoelectricidad descubierta por Johan Seebeck, para cuando surgió la idea ¿existía el suficiente conocimiento (científico y tecnológico) para crear el prototipo?
- 10.- Descripción del proceso, desde que tuvo la idea hasta la presentación del prototipo. Identificando etapas, duración de cada etapa, nombres de los participantes, barreras e impulsores durante el proceso. Se supone que inicio año 2005

11.- ¿Cómo participó metal cerámica en la construcción del invento? ¿Hay posibilidad para transferirlo a ésta empresa?

12.- ¿Alguna institución financió este proceso? En caso de ser afirmativa por lo menos conocer cuántas instituciones y si es posible su nombre.

III. El invento

13.- ¿Cuál es la novedad de este calentador solar termoeléctrico?

14.- ¿Se logró la reducción del costo de \$15,000.00 a \$10,000.00?

15.- ¿Qué materiales y cuál es su procedencia para la construcción del calentador solar termoeléctrico?

16.- ¿Existe alguna desventaja asociada a este invento? ¿Cuál?

IV. Difusión del invento

En el año 2007 en el concurso organizado por la Asociación Nacional de Energía Solar.

17.- ¿Cómo y a través de qué medios se dio a conocer el invento?

18.- ¿Existen publicaciones de carácter científicos donde se da a conocer el avance del invento? ¿Cuáles?

19.- ¿Cuál es el papel de la universidad o cómo apoya para la difusión e incluso comercialización del invento?

V. Transferencia del invento

20.- ¿Se ha patentado el invento? En caso de "No" ¿Por qué?

21.- ¿Cuáles son las barreras para patentarlo?

22.- ¿Se ha comercializado el invento? En caso de afirmativo ¿A quiénes? Y si es posible conocer el precio.

- 23.- ¿Cómo fue el proceso para transferir el invento a la población?
- 24.- ¿Cuál es la retroalimentación que ha recibido de los que han “comprado el calentador”?
- 25.- ¿Qué figura legal han utilizado para comercializarlo?
- 26.- ¿Qué tipo de industria estaría interesada en utilizar este invento? ¿Qué implicaría máquinas para soldar termopares, perforar circuitos impresos, producir elementos termoeléctricos, ensamblado.
- 27.- ¿Existe alguna posibilidad de transferirlo o comercializarlo a la industria? En caso afirmativo ¿que implicaría (tecnológicamente) poder llevar a cabo éste proceso?
- 28.- Describa el proceso que se llevaría a cabo para transferirlo a la empresa.

ANEXO 2

Reconocimiento otorgado por ANES

