

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA



**LA CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN EL
SECTOR DE BIOTECNOLOGÍA: PROBIOMED UNA PERSPECTIVA
ORGANIZACIONAL**

Trabajo que presenta

CLAUDIA ROCÍO GONZÁLEZ PÉREZ

Como tesis para obtener el grado de

MAESTRÍA EN ESTUDIOS ORGANIZACIONALES

Director de tesis: Dra. MÓNICA CASALET RAVENA

JUNIO, 2001

A Ruy y Guillermo

Agradecimientos

Antes que nada, quiero agradecer al CONACYT que a través de su Programa de Becas ha hecho posible que miles de estudiantes como yo puedan seguir adelante en la consolidación de su formación académica. También al Posgrado en Estudios Organizacionales por brindarnos su apoyo. En este mismo sentido quisiera agradecer de manera personal la dirección de la Dra. Mónica Casalet quien me dio una de las cosas más valiosas que puede brindar una persona: su tiempo; además de su apoyo, incluso moral durante las crisis propias de la escritura del trabajo. También quiero agradecer a mis lectores y sinodales al Dr. Pero Solís y al Dr. Oscar de Comas por la dedicación a la revisión del trabajo.

Agradezco las horas de dedicación y de lectura de mis compañeros Lourdes Brindis, Rafael Jacobo, Rafael Reyes y Dorothy Okumura. También reitero mis agradecimientos a Liliana Giraldo, Delia Aldana y Guillermo Farfán quienes estuvieron apoyándome en todos los aspectos.

Por otro lado doy las gracias a los ejecutivos de Probiomed: al Dr. Francisco Kuri Breña, al Lic. Felipe Pérez Estévez, a la Lic. Gabriela Escamilla y al Ing. Jaime Uribe

por las facilidades otorgadas y el tiempo dedicado. Asimismo, agradezco al Dr. José Luis Solleiro y al Dr. Fernando López-Munguía por sus opiniones de expertos.

Abreviaturas utilizadas

<i>Abreviatura</i>	<i>Significado</i>
CT	Capacidades Tecnológicas
CBTs	Capacidades Biotecnológicas
IES	Instituciones de Educación Superior
SIN	Sistema Nacional de Innovación
SRI	Sistema Regional de Innovación
SEI	Sistema Empresarial de Innovación

INTRODUCCIÓN

En el entorno actual la ventaja competitiva se relaciona directamente con la capacidad de innovación de las empresas y de los países, la cual se asocia a numerosos factores y se ha abordado desde diferentes puntos de vista. A medida que las industrias se vuelven más intensivas en conocimiento aumenta el cuestionamiento sobre la calidad de los recursos humanos para incorporarse al proceso de innovación tecnológica de productos y procesos.

La naturaleza cambiante de la economía global tiene importantes implicaciones en la configuración de la producción de conocimientos. El Sistema de Innovación (SI) enlaza tanto a las instituciones que producen conocimiento científico y tecnológico, como la capacidad emprendedora y de creación desarrollada por las empresas.

Partiendo de la idea central de tecnología, que en su contenido esencial, constituye la acumulación, ordenamiento y registro de los conocimientos disponibles sobre procesos, procedimientos y productos, la dinamización de este concepto conduce al término de **innovación tecnológica**, como la materialización de los avances que se derivan de este conocimiento acumulado y que se concretan en la creación, introducción o venta y difusión de nuevos y mejores procesos, procedimientos y productos en la sociedad.

La idea de conocer cual es el procesos de construcción de CTBs tiene que ver con descubrir cuales son aquellos factores tanto ambientales como organizacionales que pueden redundar en innovación.

Justificación

Es importante entender como se construyen las Capacidades Tecnológicas en el sector de BT porque esta, como parte de las llamadas nuevas altas tecnologías juega un rol estratégico en los países desarrollados y en los no desarrollados constituye un núcleo de oportunidad y de respuesta a problemas de significación social y económica. Las firmas que cuentan con la BT como parte de sus procesos productivos entran dentro del concepto de **organización sustentable** ya que el uso de recursos naturales renovables utilizados de manera adecuada puede satisfacer necesidades sin comprometer la seguridad y el bienestar en el futuro (Barba y Solís).

La globalización marca la existencia de nuevas pautas en la construcción del conocimiento lo cual implica la aparición de nuevos actores y de nuevas formas de construirlo; las **competencias** en materia tecnológica son un aspecto fundamental para el desempeño competitivo de las empresas; desarrollar dichas competencias es un proceso de aprendizaje acumulativo y de generación de redes interrelacionadas entre el mercado, los proveedores y los centros de investigación como actores fundamentales.

El proceso antes descrito involucra no solo la acumulación de capital, sino también la acumulación de conocimientos y habilidades individuales y colectivas, y el desarrollo de formas de organización cuyo compuesto colectivo sustituyen al mercado; es decir la construcción de Capacidades Tecnológicas (CT). La noción de **(CT)** intenta capturar la gran variedad de conocimientos y habilidades requeridas para comprar, asimilar, usar, adaptar, cambiar y crear tecnologías. Este concepto va más allá de la adquisición de maquinaria y equipo y de las nociones tradicionales de ingeniería y know how tecnoproductivo, para incluir tanto el conocimiento de los procedimientos y estructuras organizacionales, como de los patrones de comportamiento, por ejemplo, de trabajadores o clientes. (Chudnovsky, 1998)

El desarrollo de nuevos enfoques e investigaciones han identificado las capacidades de innovación tecnológica como elementos importantes de la competitividad de las empresas. Un factor decisivo que modifica las cuotas de mercado y el desempeño económico de las firmas es la frecuencia con la que los agentes productivos incorporan mejoras (incrementales o radicales) en sus productos, procesos o esquemas organizacionales.

La información y el conocimiento tecnológico de que dispone la empresa constituye un insumo importante que puede modificar positivamente su capacidad innovadora. En este sentido, la regularidad con que fluye la información al interior de una firma así como la cantidad y calidad de la misma, puede ayudar a reducir el riesgo y el esfuerzo que realiza la empresa, sobretodo cuando enfrenta un ambiente incierto.

Objetivos del trabajo

Con la investigación se tratan de alcanzar los siguientes objetivos:

- a. Identificar los factores organizacionales que sostienen el conocimiento; internos y externos que influyen en el desarrollo de CT. En particular, en una empresa altamente especializada del sector de BT.
- b. Entender cómo se han constituido las Capacidades Tecnológicas en el sector.
- c. Señalar cual ha sido la evolución del sector de BT a escala nacional.
- d. Identificar la potencialidad de las redes de cooperación interinstitucional en el intercambio, en la circulación de la información y construcción del conocimiento.

El trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera: En el capítulo 1 se determinarán los ejes conceptuales básicos para el desarrollo la investigación. Se plantea una reflexión sobre la producción del conocimiento; el desarrollo de las llamadas *altas tecnologías* y las perspectivas que abren a los países, a las empresas del sector y especialmente a una empresa con un alto desarrollo en I&D. Incorporando y delimitando los conceptos de: construcción organizacional del conocimiento, gestión del conocimiento y Red.

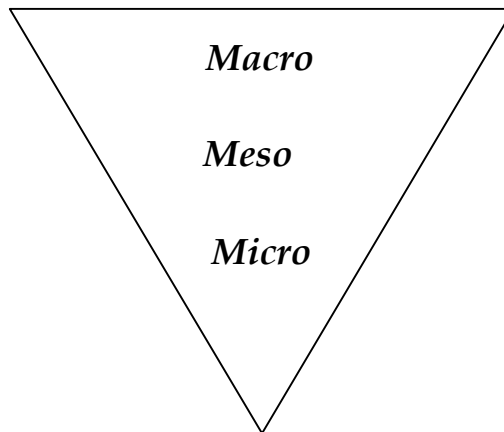
En el segundo capítulo se tratará de ver cual es la importancia del ambiente interinstitucional en la construcción de CT en la innovación. La evaluación de la dinámica de los ambientes institucionales como redes de conocimiento que orienta favorecen la creación de políticas instrumentales de estímulo al desarrollo de competencias tecnológicas.

A través de una perspectiva sistémica que involucre las dimensiones macro, meso y micro, el enfoque del Sistema Nacional de Innovación; propone el marco adecuado para enfatizar el papel del proceso interactivo de la innovación y la construcción de las CT.

El tercer capítulo versa sobre la construcción de CT en el área de BT para poder comprender cómo se construyen las CT e innovativas y conocer si las redes interinstitucionales han tenido incidencia en el desarrollo de nuevas capacidades tecnológicas y organizativas de la empresa Pobiomed.

METODOLOGÍA

La propuesta de este trabajo ha sido examinar como se generan las CBTs tomando en consideración los niveles macro, meso y micro siendo este último el de nuestro mayor interés por lo cual se trabajó con el **estudio de caso** de la empresa Probiomed.



Para el conjunto de las **CBTs** se realizó una revisión bibliográfica sobre el tema tratando de aproximarnos a los conceptos de **CT** e innovación como elementos fundamentales y ejes teóricos de nuestra tarea. Para acercarnos en particular a la **BT** se entrevistó a académicos expertos en la materia que forman parte de los Centros de Investigación más Importantes en México.

Recolección de datos

Para el estudio de caso se realizaron entrevistas a profundidad con el Presidente, Director de RH y con el Jefe de la Planta de producción, así como algunos empleados de la misma en el área de producción. De estas entrevistas pudimos obtener la historia de la empresa, conocimos la visión sobre la cultura corporativa, además de las razones para establecer las relaciones de vinculación de la empresa con Centros de Investigación y Universidades.

También consultamos el manual organizacional de la empresa, su página de Internet y a algunos especialistas en el BT.

Se aplicó un cuestionario para obtener información cualitativa sobre los siguientes tópicos de interés para nuestro estudio: **Datos contextuales**, a través de los cuales ubicamos la naturaleza de la organización; **situación de la empresa** frente a la innovación, para conocer cuáles son las maneras en que la firma encara la asimilación tecnológica; **capacitación**, para conocer la importancia que tiene el factor humano dentro de la organización; organización del trabajo, con el fin de saber cuáles son las capacidades organizacionales que han desarrollado y en que medida estas contribuyen a generar innovación; **la empresa y sus relaciones externas**, para poder entender de qué forma se construyen vínculos con proveedores, competidores e Institutos de investigación; **cooperación tecnológica**; para conocer de dónde y hacia dónde se mueven los flujos de conocimiento y en que medida son importantes para la organización y el **control de calidad** en la empresa para relacionar estos procesos con la innovación.

Se entrevistó a miembros del jurado del Premio Nacional de Tecnología, mismo que obtuvo Probiomed en 1999, con el objeto de conocer su opinión sobre la empresa. Además de acudir a la presentación que realizó la firma ante los socios de ADIAT (Asociación de Investigadores en Administración Tecnológica).

La forma expositiva en que se ordenó el trabajo tiene que ver primero con la aclaración de conceptos, después con la definición del ambiente interinstitucional y por último concretamente con la generación de CBTs a escala nacional para luego llegar a la firma con el estudio de caso.

INTRODUCCIÓN

En el entorno actual la ventaja competitiva se relaciona directamente con la capacidad de innovación de las empresas y de los países, la cual se asocia a numerosos factores y se ha abordado desde diferentes puntos de vista. A medida que las industrias se vuelven más intensivas en conocimiento aumenta el cuestionamiento sobre la calidad de los recursos humanos para incorporarse al proceso de innovación tecnológica de productos y procesos.

La naturaleza cambiante de la economía global tiene importantes implicaciones en la configuración de la producción de conocimientos. El Sistema de Innovación (SI) enlaza tanto a las instituciones que producen conocimiento científico y tecnológico, como la capacidad emprendedora y de creación desarrollada por las empresas.

Partiendo de la idea central de tecnología, que en su contenido esencial, constituye la acumulación, ordenamiento y registro de los conocimientos disponibles sobre procesos, procedimientos y productos, la dinamización de este concepto conduce al término de **innovación tecnológica**, como la materialización de los avances que se derivan de este conocimiento acumulado y que se concretan en la creación, introducción o venta y difusión de nuevos y mejores procesos, procedimientos y productos en la sociedad.

El conocimiento del proceso de construcción de **Capacidades Biotecnológicas (CBTs)** nos lleva a descubrir cuales son aquellos factores tanto ambientales como organizacionales que inciden en el desarrollo de la innovación.

Justificación

Entender como se construyen las **Capacidades Tecnológicas (CT)** en el sector de **Biotechnología (BT)** como parte de las llamadas nuevas altas tecnologías, cobra sentido si sabemos que la BT juega un rol estratégico en los países desarrollados y en los no desarrollados constituye un núcleo de oportunidad y de respuesta a problemas de significación social y económica. Las firmas que cuentan con la BT como parte de sus procesos productivos entran dentro del concepto de **organización sustentable** ya que el uso de recursos naturales renovables utilizados de manera adecuada puede satisfacer necesidades sin comprometer la seguridad y el bienestar en el futuro (Barba y Solís).

La globalización marca la existencia de nuevas pautas en la construcción del conocimiento lo cual implica la aparición de nuevos actores y de nuevas formas de construirlo; las **competencias** en materia tecnológica son un aspecto fundamental para el desempeño competitivo de las empresas; desarrollar dichas competencias es un proceso de

aprendizaje acumulativo y de generación de redes interrelacionadas entre el mercado, los proveedores y los centros de investigación como actores fundamentales.

El proceso antes descrito involucra no solo la acumulación de capital, sino también la acumulación de conocimientos y habilidades individuales y colectivas, y el desarrollo de formas de organización cuyo compuesto colectivo sustituyen al mercado; es decir la construcción de Capacidades Tecnológicas (CT). La noción de (CT) intenta capturar la gran variedad de conocimientos y habilidades requeridas para comprar, asimilar, usar, adaptar, cambiar y crear tecnologías. Este concepto va más allá de la adquisición de maquinaria y equipo y de las nociones tradicionales de ingeniería y know how tecnoproductivo, para incluir tanto el conocimiento de los procedimientos y estructuras organizacionales, como de los patrones de comportamiento, por ejemplo, de trabajadores o clientes. (Chudnovsky, 1998)

El desarrollo de nuevos enfoques e investigaciones han identificado las capacidades de innovación tecnológica como elementos importantes de la competitividad de las empresas. Un factor decisivo que modifica las cuotas de mercado y el desempeño económico de las firmas es la frecuencia con la que los agentes productivos incorporan mejoras (incrementales o radicales) en sus productos, procesos o esquemas organizacionales.

La información y el conocimiento tecnológico de que dispone la empresa constituye un insumo importante que puede modificar positivamente su capacidad innovadora. En este sentido, la regularidad con que fluye la información al interior de una firma así como la cantidad y calidad de la misma, puede ayudar a reducir el riesgo y el esfuerzo que realiza la empresa, sobretodo cuando enfrenta un ambiente incierto.

Objetivos del trabajo

Con la investigación se tratan de alcanzar los siguientes objetivos:

- e. Identificar los factores organizacionales que sostienen el conocimiento tanto ;internos y externos que influyen en el desarrollo de CT. En particular, en una empresa altamente especializada del sector de BT.

- f. Entender cómo se han constituido las Capacidades Tecnológicas en el sector.
- g. Señalar cual ha sido la evolución del sector de BT a escala nacional.
- h. Identificar la potencialidad de las redes de cooperación interinstitucional en el intercambio, en la circulación de la información y construcción del conocimiento.

El trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera: En el capítulo 1 se determinarán los ejes conceptuales básicos para el desarrollo la investigación. Se plantea una reflexión sobre la producción del conocimiento; el desarrollo de las llamadas *altas tecnologías* y las perspectivas que abren a los países, a las empresas del sector y especialmente a una empresa con un alto desarrollo en I&D. Incorporando y delimitando los conceptos de: construcción organizacional del conocimiento, gestión del conocimiento y Red.

En el segundo capítulo se tratará de ver cual es la importancia del ambiente interinstitucional en la construcción de CT en la innovación. La evaluación de la dinámica de los ambientes institucionales como redes de conocimiento que orienta favorecen la creación de políticas instrumentales de estímulo al desarrollo de competencias tecnológicas.

A través de una perspectiva sistémica que involucre las dimensiones macro, meso y micro, el enfoque del Sistema Nacional de Innovación; propone el marco adecuado para enfatizar el papel del proceso interactivo de la innovación y la construcción de las CT.

El tercer capítulo versa sobre la construcción de CT en el área de BT para poder comprender cómo se construyen las CT e innovativas y conocer si las redes

interinstitucionales han tenido incidencia en el desarrollo de nuevas capacidades tecnológicas y organizativas de la empresa **Probiomed**.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA DEL TRABAJO

La propuesta de este trabajo es examinar como se generan la **CBTs** tomando en consideración los niveles macro, meso y micro siendo este último el de mayor interés, ya que se realizó la aplicación de un estudio de caso: la empresa **Probiomed** nos permitió asumir las diferentes dimensiones del análisis y proporcionar una explicación del funcionamiento real de la gestión de la I&D en la empresa, como la orientación de la misma con el entorno institucional e la conformación de competencias profesionales.

El estudio es de tipo *descriptivo y explicativo* ya que presenta una descripción del proceso de producción, su complejidad y la situación de la gestión empresarial para posicionarse en los lugares de excelencia y calidad que sus productos exigen. Dicho análisis fue elaborado de acuerdo a los enfoques de diferentes teorías del proceso productivo y organizativo empresarial sobre el papel de la tecnología en el desarrollo de la producción y el papel del conocimiento como variable determinante del proceso productivo, la reflexión explicativa del mercado productivo nos llevó a utilizar el paradigma tecnológico, la teoría de los ciclos de económicos, la construcción organizacional del conocimiento, la teoría de redes y la competitividad sistémica entre otras para explicar el fenómeno de la construcción de capacidades tecnológicas. Estas teorías establecen las referencias para analizar la evidencia empírica que nos presenta el caso. Nuestro estudio también es explicativo, porque presenta la información con su relación

causa efecto, explicando que causas producen que efectos y las tendencias que se consolidan.

Las IES y los Centros de Investigación son una respuesta explicativa al fenómeno del conocimiento y la productividad. El flujo de información que circula entre ellas da como resultado la transferencia de conocimiento y la construcción de CT.

Pertinencia del estudio de caso

El estudio de caso aparece como un método de investigación empírica que trata fenómenos actuales; la competitividad empresarial, la estrategia de desarrollo y vinculación. Los límites entre el fenómeno estudiado y su contexto no son claramente diferenciables, por lo tanto se puede identificar una interacción dinámica entre el fenómeno y su entorno. El estudio de caso es conveniente cuando se desea tratar las condiciones contextuales de un fenómeno a partir del supuesto de que su entorno es fundamental para su comprensión.(Okumura, 2000)

Según Yin (1994) existen las siguientes aplicaciones para el estudio de caso:

1. **Para explicar ligas causales complejas que se dan en la vida real.** En este caso explican la complementación del entorno institucional para el desarrollo de la empresa.
2. **Para describir el contexto en el cual se dan estas intervenciones en la vida real.** En nuestra investigación dicho contexto es fundamental ya que constituye para la firma una forma de conectarse con actividades que por si sola no podría realizar.

3. Para describir estas intervenciones en sí mismas. Que identifican situaciones y por lo tanto aportan nuevas dimensiones explicativas.

Podemos tomar como punto de partida para acercarnos a nuestro objeto de estudio tanto la premisa uno como la dos, pues dentro de nuestra hipótesis subyace la idea de que la construcción de las CT en biotecnología es un fenómeno que está íntimamente relacionado con la existencia de un ambiente que propicia la circulación y el flujo de conocimientos, es decir, que el contexto es fundamental para el desarrollo de redes y la utilización que la empresa efectúa es una respuesta organizativa, una estrategia de gestión de la organización hacia la competitividad, el desarrollo de la investigación y la formación de nuevas capacidades tecnológicas.

La referencia explicativa del Sistema de Innovación es básica para entender la articulación con el contexto o entorno de la organización, sin este no es posible entender el fenómeno de la construcción de CT.

Al igual que el experimento como un método de investigación, el estudio de caso se utiliza para resolver las preguntas de tipo ¿cómo? y ¿por qué?, sin embargo a diferencia del experimento, el estudio de caso da solución a esas preguntas mediante un enfoque cualitativo, flexible y a profundidad que emplea la triangulación de diferentes fuentes como medida de confiabilidad. El estudio de caso se apoya en múltiples fuentes de información y deriva sus conclusiones a partir de un solo caso en lugar de estudiar grandes poblaciones o muestras.(Tellis 1997). El estudio de la empresa Probiomed constituye una reflexión explicativa sobre el espacio productivo organizacional donde tiene lugar la aplicación de conocimiento y la asimilación y adaptación de tecnología. Como lo veremos en el último

capítulo del trabajo, la organización objeto de estudio es una firma que conjunta una serie de factores a partir de los cuales construye sus CT.

Recolección de datos

Para el conjunto de las **CBTs** se realizó una revisión bibliográfica sobre el tema tratando de aproximarnos a los conceptos de **CT** e innovación como elementos fundamentales y ejes teóricos de nuestra tarea. Para ubicar al sector de la **BT** y su desarrollo institucional se entrevistó a informantes especiales como académicos expertos y funcionarios que integran los Centros de Investigación más importantes en México.

En la elaboración del estudio de caso se realizaron entrevistas a profundidad con el Presidente, Director de RH y con el Jefe de la Planta de producción, así como algunos empleados de la misma en el área de producción. De estas entrevistas pudimos obtener la historia de la empresa, conocimos la visión sobre la cultura corporativa, además de las razones para establecer las relaciones de vinculación de la empresa con Centros de Investigación y Universidades. También consultamos el manual organizacional de la empresa, su página de Internet y a algunos especialistas en el BT.

La elaboración de un cuestionario permitió organizar la información recogida en la empresa sobre los siguientes tópicos de interés para nuestro estudio: **Datos contextuales**, a través de los cuales ubicamos la naturaleza del mercado de producción y la organización empresarial dentro del sector de BT; **situación de la empresa** frente a la innovación, para conocer cuáles son las maneras en que la firma encara la asimilación tecnológica; **capacitación**; para conocer la importancia que tiene el factor humano dentro de la estrategia empresarial; **organización del trabajo**, con el fin de saber cuáles son las

capacidades organizacionales que han desarrollado y en que medida estas contribuyen a generar innovación; **la empresa y sus relaciones externas**, para poder entender de que forma se construyen vínculos con proveedores, competidores e Institutos de investigación; **cooperación tecnológica**; para conocer de donde y hacia donde se mueven los flujos de conocimiento y en que medida son importantes para la organización y el **control de calidad** en la empresa para relacionar estos procesos con la innovación.

Se entrevistó a miembros del jurado del Premio Nacional de Tecnología, mismo que obtuvo Probiomed en 1999, con el objeto de conocer su opinión sobre la empresa. Además de acudir a la presentación que realizó la firma ante los socios de ADIAT (Asociación de Investigadores en Administración Tecnológica).

La forma expositiva en que se ordenó el trabajo tiene que ver primero con la aclaración de conceptos, después con la definición del ambiente interinstitucional y por último concretamente con la generación de CBTs a escala nacional para luego llegar a la firma con el estudio de caso.

Cabe aclarar, que el trabajo presentado tiene la profundidad y las limitaciones de todo estudio de caso. Las conclusiones que se obtienen son consecuencia de una serie de circunstancias propias del caso en particular, en este sentido Probiomed representa un aspecto. Los estudios de caso ilustran a la teoría, pero no buscan hacer generalizaciones a partir de sus hallazgos.

En este sentido encontramos que la empresa analizada ha sabido asimilar la tecnología del exterior, apropiársela y generar competencias propias además de crear ondas expansivas de innovación, hacia sus proveedores y los demás actores involucrados en la trayectoria.

Finalmente mediante la teoría y el enfoque analítico, el estudio de caso es un método de investigación que puede incluir todas las posibles técnicas de recolección de información y análisis de datos con el fin de articularlas en un discurso lógico e integrado. (Yin 1994)

A continuación se presenta un esquema detallado del trabajo por capítulos.

CAPÍTULO I

LA NUEVA PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO

Las tendencias a la globalización que se manifiestan desde hace tiempo, en la ciencia, el cambio tecnológico y los procesos de industrialización se han fortalecido sustancialmente en los últimos años. Una industrialización con un dinamismo sustentable, o más aún de simple recuperación, ha resultado imposible al margen del mercado mundial como marco de referencia.

El empuje de la globalización no se limitan a unas pocas tecnologías claves, sino que produce cambios sustanciales en un gran número de áreas tecnológicas que se condicionan y en algunos casos se superponen entre si.

Las nuevas exigencias de calidad de los productos, así como el ingreso de capitales extranjeros atraídos por los incentivos regionales proporcionados por los gobiernos locales en áreas de reciente industrialización, recomponen la importancia de las regiones, redefinen los vínculos con los mercados, mundial y nacional, así como su inserción en ellos, y generan nuevas relaciones empresariales y políticas que de acuerdo con las circunstancias, recrean nuevas posiciones en el entorno global del país (Casalet, 1999).

En este capítulo se revisará primero, desde una perspectiva histórica cual es el papel que ha jugado la innovación en la historia del capitalismo y cual es el que juega ahora, para entender porque se le denomina a la época actual era del conocimiento. Después, partiendo de esta perspectiva, se esboza el papel del conocimiento en el desarrollo de los países, más adelante se plantea cual es el rol que juegan ahora las llamadas nuevas tecnologías y su impacto en las firmas. Así como las principales características del ahora llamado paradigma tecnológico, para finalmente hablar de la innovación como el factor que dinamiza la

economía. Asimismo se esboza la idea principal de Nonaka sobre la creación organizacional del conocimiento, concepto que enlazamos con la categoría de Red como una configuración organizacional que permite el flujo de información entre las organizaciones.

1.1 El papel de la innovación en el desarrollo histórico del capitalismo

La innovación se ha convertido en un factor que explica la competitividad de las firmas y de las naciones. Actualmente es la herramienta a través de la cual una empresa y una nación entran al juego de la competencia.

En este contexto cobra sentido la perspectiva dinámica el concepto de **innovación tecnológica** a través de una contextualización histórico social. La era actual a la que se le ha denominado *sociedad del conocimiento, era de la información* o (Castells 1996) *era del acceso* (Rifkin 2000).

La tendencia histórica ha sido el desarrollo de ciclos tanto en la producción, como en los cambios históricos sociales, cada uno marcado por puntos de inflexión. Kondratieff y Schumpeter plantean que son las **innovaciones tecnológicas** las que juegan este papel, es decir, a lo largo de la historia las innovaciones han sido los puntos de quiebre entre un ciclo y otro (Fernandez Font 1997).

Este enfoque hace un reconocimiento explícito del desarrollo científico y tecnológico como componentes esenciales del avance de las fuerzas productivas de la sociedad y su influencia sobre la transformación de las relaciones sociales de producción.

Kondratieff logra a través del análisis de series históricas para distintos países a partir de 1790 establecer la existencia de “ondas largas” con periodos que variaban entre 40

y 60 años, los cuales representan la evolución cíclica del capitalismo. Shumpeter en 1939 elabora una teoría de los ciclos económicos largos que vincula directamente las innovaciones tecnológicas.

La teoría del ciclo económico desarrollada por Shumpeter se basa en la hipótesis de que estos ciclos son causados en gran medida, por los diferentes efectos que producen las distintas innovaciones, planteando que estas fluctuaciones cíclicas de la economía no pueden ser explicadas por un movimiento ondulatorio único, debido a que los periodos de gestación y absorción de las innovaciones por parte del sistema económico no son iguales para todas las innovaciones que tienen lugar en un momento determinado.

Existen innovaciones que tienen un alcance relativamente largo y otras que son resultados creados en la onda anterior y con impacto diferente. También señala que las grandes innovaciones nunca emergen en la forma final en que se conocen, ni cubren desde un inicio el espectro económico y social que llegan a alcanzar, por ejemplo el ferrocarril y la electrificación.

El fenómeno de gestación, crecimiento, difusión y entrelazamiento de los resultados de las innovaciones crean un nivel de conexión entre los ciclos largos, medianos y cortos, y de estos con los anteriores y posteriores, en términos de sus efectos. En esto descansa la esencia del surgimiento de paradigmas técnico-económicos o revoluciones científico-técnicas, las cuales traen también cambios profundos en las estructuras económicas y sociales.(Ver figura 1-A)

Esta visión, concede a la innovación tecnológica un papel preponderante en el avance no solo económico de la sociedad capitalista, sino también su lógica influencia en la evolución del conocimiento y de su papel en la historia mundial.

Actualmente nos encontramos en una época donde los llamados intangibles adquieren un nuevo sentido. Los conceptos, las ideas, las imágenes –no las cosas- son los auténticos artículos con valor en la nueva economía. La riqueza ya no reside en el capital físico, sino en la imaginación y la creatividad humana (Rifkin, 2000). En la era industrial, cuando la producción de bienes constituía la parte principal de la actividad económica, tener la propiedad era decisivo para alcanzar éxito y sobrevivir. En la nueva era, en la que la producción cultural se convierte de manera creciente en la forma dominante de la actividad económica, asegurarse el acceso a la mayor diversidad de recursos y experiencias culturales que alimentan nuestra existencia psicológica se convierte en algo tan importante como mantener la propiedad.

Un largo camino ha llevado a la transformación de la economía de la vieja a la nueva era. El proceso comenzó a principios del Siglo XX con el desplazamiento del énfasis de los productores manufacturados a la provisión de servicios básicos. Ahora en la esfera comercial se está produciendo un cambio de importancia que transforma una orientación centrada en los servicios en otra orientación dirigida por la experiencia. La producción cultural refleja la etapa final del modo de vida capitalista, cuya misión esencial ha sido siempre la de incorporar cada vez mayor parte de la actividad humana al terreno del comercio.

El factor principal de la producción es el conocimiento y su administración y utilización, lo cual abre nuevas perspectivas para las regiones, los países y las firmas. Como ya lo vimos anteriormente la innovación ha sido el factor dinamizador de la economía pero,

es ahora que se encuentran en el centro de la discusión sobre la competencia. El factor de la innovación tecnológica se ha convertido en el elemento clave de la **competitividad** de las naciones, al punto que se señala que la competitividad de una nación depende de la capacidad de innovar de sus industrias.(Porter en Fernández Font, 1997)

En el nuevo paradigma, los factores que afectan a la competitividad de las empresas requieren una gran cantidad de información y conocimiento. Para alcanzar estos ámbitos las empresas han desarrollado capacidades de: investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos, marketing, distribución y servicio de venta y post venta.

1.2 El papel del conocimiento en el desarrollo

En la sociedad del futuro la diferencia entre la inclusión y la exclusión social estará cada vez más determinada por la capacitación en el empleo de nuevas tecnologías originadas de los avances de la informática y las telecomunicaciones. Como se puede apreciar en el informe anual del Banco Mundial los términos de inclusión y exclusión no afectan únicamente a los individuos, sino también a los países, especialmente a los pobres. Estos últimos se diferencian de los ricos no solo por no poseer capital, sino también por no tener ni generar conocimientos propios. Lo cual quiere decir que una manera de acortar estas desigualdades entre los países es que los gobiernos realicen inversión estratégica en educación, investigación y en infraestructura para la generación de I&D.

El conocimiento es algo costoso de crear, razón por la cual se genera en su mayoría en los países más desarrollados. Sin embargo, los países en desarrollo pueden adquirir conocimiento más allá de sus fronteras y crearlo por su cuenta. El primer camino es el más

socorrido, pero la consecuencia es un nulo desarrollo de las capacidades organizacionales y tecnológicas, es decir no se genera conocimiento propio.

Existen dos problemas que son críticos en los países en desarrollo: El que se da en el llamado **conocimiento técnico**, en el cual los países en desarrollo poseen menos conocimiento técnico y tecnológico que los desarrollados su efecto es que las llamadas “brechas de conocimiento” acentúan más las desigualdades. Y el que tiene que ver con los atributos tales como la **falta de calidad** en la producción debido a la falta de desarrollo de las **competencias personales**; los países no desarrollados presentan problemas de información. Por ejemplo, mientras un pequeño foco de prisma hecho en Alemania posee un circuito impreso pequeño que le permite insertarse en la lámpara con mayor facilidad, así como, en diferentes muebles por ser pequeño y pesar poco; el mismo producto hecho en México, posee una bobina tan grande y tan pesada, que no es apto para insertarse en una lámpara y mucho menos en algún tipo de mueble.

Los problemas de información y los concernientes a mercados imperfectos afectan especialmente a los pobres. En muchos casos la diferencia en riqueza entre un país y otro tiene que ver con la producción de conocimiento.

El Banco Mundial sostiene que los países en vías de desarrollo necesitan cumplir tres pasos elementales en la búsqueda de disminuir la brecha con los países desarrollados:

- A) Adquirir conocimiento de otros países, pero a la vez adaptarlo a las necesidades propias. Lo cual a la larga, genera un aprendizaje y producción propia de conocimiento.

Si bien es cierto que no se puede partir de la nada, es muy importante que el conocimiento o tecnología que se adquiere en otros países vaya acompañado de una idea clara de que se quiere hacer con él, pues para que sea aprovechable es

necesario seguirlo desarrollando, a partir de las adaptaciones necesarias, para generar conocimiento propio.

- B) Absorber conocimiento, construyendo de manera sólida la educación elemental y en particular proporcionándola a grupos marginados, estimular la educación en ciencias e ingenierías.
- C) Difundir y divulgar el conocimiento y que este proceso provoca una mejor utilización de la información.

Lo que más adelante veremos como las etapas de construcción de Capacidades Tecnológicas (CT).

En este entorno competitivo y globalizador, la producción del conocimiento se determina socialmente, esto es, ya no son las instituciones tradicionalmente encargadas de dicha tarea las únicas actoras. El surgimiento del modo de construcción del conocimiento social es profundo y cuestiona las adecuaciones de aquellas instituciones con las que estamos familiarizados, dedicadas a la producción del conocimiento, ya se trate de Universidades, instituciones gubernamentales de investigación o laboratorios de grandes empresas (Gibbons, 1994).

Esta nueva forma de producir el conocimiento se encuentra ahora más cerca de los de la resolución de problemas y por lo tanto se presta a la inter-disciplina, pues en la resolución de un problema por lo regular se encuentran presentes una variedad de principios de muchas disciplinas.

La sociedad en su conjunto trabaja este conocimiento y lo extiende, genera y comparte, el surgimiento de un sistema de producción del conocimiento socialmente distribuido significa que este tipo de conocimiento viene *suministrado* y distribuido a un tiempo a los individuos y grupos a través del espectro social.

El resultado ha sido un aumento en la multifuncionalidad, que se experimenta con mayor intensidad dentro de las propias Universidades, pero que también se manifiesta en el aumento de los vínculos entre instituciones a través de redes de toma de decisiones políticas y de asesoramiento.

1.3 Impacto de las llamadas *Nuevas y altas tecnologías*

A partir de los años 90 surge la llamada Tercera Revolución Industrial caracterizada por ramas rectoras que tienen que ver con computadoras, bienes de capital electrónico, software, equipos de telecomunicaciones, fibras ópticas, robótica, bancos de datos, servicios de información, entre otras, tecnologías de la información. Las cuales incluyen el conjunto convergente de tecnologías de la microelectrónica, la informática (máquinas y software), las telecomunicaciones, televisión, radio y la optoelectrónica y la Biotecnología (BT).

En torno a este núcleo de tecnologías de la información, están construyéndose durante las dos últimas décadas del siglo XX una constelación de importantes descubrimientos, en materiales avanzados, en fuentes de energía, en aplicaciones médicas, en técnicas de fabricación y en otras.

A diferencia de otros analistas, Castells también incluye en el ámbito de las tecnologías de la información a la **ingeniería genética** y su conjunto de desarrollos y aplicaciones en expansión. Ello debido a que en primer lugar la ingeniería genética se centra en la **decodificación, manipulación y reprogramación** final de los códigos de información de la materia viva. Pero también, porque en la década de 1990 la biología, la electrónica y la informática parecen estar convergiendo e interactuando en sus aplicaciones, en sus materiales y, lo que es más fundamental, en su planteamiento conceptual (Castells,1996).

Por la celeridad de su aplicación en los diferentes sectores y su incidencia en los más diversos aspectos de la vida del hombre, se le ha llamado también a la época actual sociedad de la información o sociedad tecnológica, donde la captación, transportación, tratamiento y difusión del conocimiento son características esenciales.

El avance de las llamadas nuevas y altas tecnologías viene a comprobar la tendencia de que la tecnología debe crear, perfeccionar y difundir a través de nuevos procesos o familias de ellos, con vistas a satisfacer y conformar masiva y selectivamente nuevas y viejas necesidades, tanto de producción como de consumo de las personas.

Así por ejemplo el desarrollo de la ingeniería genética y la biotecnología ha conducido a la creación de organismos con nuevas características y funciones mediante procesos de recombinación genética, en los cuales el valor de los resultados de la tecnología no consiste en el animal o planta recombinada (que muchas veces es solo una

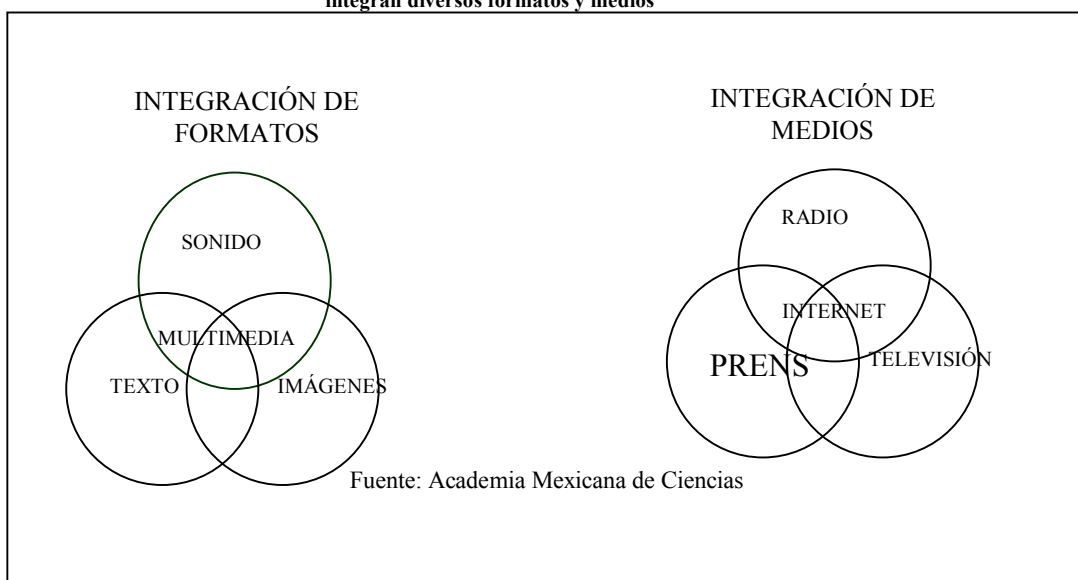
célula) sino en los conocimiento acumulados y los **procedimientos** para lograrlo (Fernández, 1997).

Por lo que la diferencia entre esta época y las anteriores también caracterizadas, como ya lo vimos por innovaciones, es la utilización de la tecnología para la optimización de la información.

Lo que caracteriza a la revolución tecnológica actual no es el carácter central de conocimiento y la información, sino la aplicación de este conocimiento e información a apartados de generación de conocimiento y procesamiento de la información/comunicación, en un círculo de retroalimentación acumulativo entre la innovación y sus usos. En este proceso la mente humana se vislumbra como una fuerza productiva directa (Castells, 1996).

Una de las bondades y potencialidades de estas altas tecnologías es la interacción entre ellas y su repercusión de unas con otras. En el proceso actual de transformación tecnológica se expande en forma exponencial por su capacidad de crear en **interfaz** entre los campos tecnológicos mediante lenguaje digital común en el que la información se genera, se almacena, se recupera, se procesa y se transmite. Según Negro Ponte nos encontramos en *un mundo digital*.

Figura 1-B
Las tecnologías de la información
integran diversos formatos y medios



1.3.4 El Paradigma Tecnológico

Al final del siglo XX se vive uno de esos raros intervalos de la historia. Un intervalo caracterizado por la transformación de nuestra cultura material, por obra del nuevo **paradigma tecnológico** organizado en torno a las tecnologías de la información.

La noción de paradigma tecnológico elaborada por Carlota Pérez, Christopher Freeman y Giovanni Dosi, adaptando el análisis clásico de las revoluciones científicas de Kuhn, ayuda a organizar la esencia de la revolución tecnológica actual en su interacción con al economía y la sociedad.(Castells, 1994)

Las características del paradigma tecnológico son las siguientes:

1. La información es su materia prima. Basada en tecnologías para actuar sobre la información, no solo información para actuar sobre la tecnología, como lo fue en el caso de las revoluciones tecnológicas previas.
2. Existe una gran capacidad de penetración en todos los ámbitos de la vida, pues la información es parte integral de la vida humana.
3. Existe una lógica de interconexión de todo un sistema y de conjuntos de relaciones. Existe una morfología de red en las relaciones que se materializan en todo tipo de procesos y organizaciones gracias a la tecnología de información reciente.
4. El paradigma tecnológico de la información se basa en la flexibilidad mediante el ordenamiento de sus componentes, el cambio constante y la fluidez organizativa.

5. Convergencias de tecnologías específicas en un sistema altamente integrado, dentro de cual las antiguas trayectorias tecnológicas separadas se vuelven prácticamente indistinguibles. Existe una interdependencia de estas altas tecnologías.

1.4.1 La tecnología como un factor dinamizante de la economía

Entre las diferentes corrientes que estudian el cambio tecnológico se encuentran aquellas que miran el fenómeno desde una perspectiva evolucionista la cual señala que la tecnología tiene que ver con la actividad de resolver problemas, lo cual incluye varios grados de formas tácitas de conocimiento expresado en procesos individuales y organizacionales.(Cimoli y Dossi, 2000)

La segunda escuela entiende a la tecnología como el mejoramiento de las cosas lo cual se ha inscrito tradicionalmente en actividades a nivel de las ingenierías, las firmas y sociedades técnicas, hablaríamos aquí de una sociedad que produce conocimiento a través de actores no tradicionales, a través de los cual se forman colectivamente cuadros cognitivos (Constant, 1985) Bajo esta lógica la tecnología incluye conocimiento tácito y específico que no puede estar escrito ni impreso y no puede ser definido por cualquiera (Cimoli, 2000).

El tercer paradigma define la tecnología a través del desarrollo de modelos básicos de artefactos o sistemas progresivamente modificados y mejorados. Estos también pueden ser descritos en términos de alguna tecnología fundamental y ciertas características económicas.

La tecnología es conocimiento, las diferencias en los diferentes niveles de éste se encuentran dadas por el alcance de las esferas o campos que abarca este conocimiento tecnológico y si se incluye o no dentro del concepto de tecnología el equipamiento y la maquinaria, es decir el hardwer.

Resulta cada vez más aceptado el criterio de que el nivel tecnológico de una producción (o de una sociedad) es crecientemente intangible, es decir que se define no tanto por las formas materiales concretas que asume, en términos de máquinas, materiales y productos, los cuales, en otro orden se renuevan con gran rapidez, sino en la capacidad de crear, perfeccionar y difundir estos, a través de nuevos procesos o familias de ellos, con vistas a satisfacer y conformar masiva y selectivamente nuevas y viejas necesidades, tanto de producción como de consumo de las personas.(Fernández, 1997)

La técnica era ante todo una forma práctica de hacer las cosas a través de los recursos naturales disponibles. Después de la revolución industrial del siglo XVIII la técnica comienza a ser vista por la sociedad como una acumulación de conocimientos que

tienen una base científica y que son aplicados a las operaciones cotidianas de la producción industrial.

En la misma medida en que la ciencia y la técnica se van diferenciando e interpretando en sus principios, aplicaciones y resultados, se difunde ya en el siglo XIX el concepto de tecnología, que representa de por sí un nuevo escalón en el conocimiento.

El término **tecnología** en su connotación de cuerpo más formal y sistemático de aprendizaje, sólo adquirió uso general cuando las técnicas de producción alcanzaron una fase de complejidad en la que resultaban insuficientes los métodos tradicionales. Este concepto en un principio se identifica con las formas industriales de producción.

Actualmente la tecnología es la vía más importante a través de la cual las firmas tratan de enfrentar a su competencia para ofrecer productos diferenciados a precios competitivos.

Partiendo de la idea central de tecnología, que en su contenido esencial, constituye la acumulación, ordenamiento y registro de los conocimientos disponibles sobre procesos, procedimientos y productos, la dinamización de este concepto conduce al término de **innovación tecnológica**, como la materialización de los avances que se derivan de este conocimiento acumulado y que se concretan en la creación, introducción o venta y difusión de nuevos y mejores procesos, procedimientos y productos en la sociedad.

La **innovación tecnológica** constituye uno de los elementos operacionales más importantes en el análisis económicos actual, a los distintos niveles o agregados de la sociedad. Esta cuestión que se encuentra estrechamente ligado con el cambio técnico no fue reflejada con toda su riqueza y dimensión en las teorías del crecimiento económico.

Según Freeman, incluso economistas como Schumpeter que asignaron a la innovación un lugar de honor dentro de sus modelos, consideraron las fuentes de las innovaciones como exógenas a la economía.

El factor de la innovación tecnológica se ha convertido en el elemento clave de la competitividad nacional e internacional, al punto que se señala que la competitividad de una nación depende de la capacidad de innovar de sus industrias (Porter).

Si bien la tecnología constituye la posibilidad potencial o latente para la transformación de un proceso, procedimiento o producto, dada por la disponibilidad de los conocimientos la **innovación tecnológica** es un resultado tangible y real. Este último concepto en ocasiones es denominado introducción de logros de la ciencia y la tecnología y, en el ámbito de la economía política y la sociología proceso tecnológico.

Al nivel de las firmas y de los mercados lo podríamos definir como el uso de nuevo conocimiento tecnológico y de mercados para ofrecer un producto o servicio nuevo a los clientes. Un producto es nuevo e innova, en el sentido en que su costo es inferior, sus atributos se han mejorado, o ahora posee atributos que antes no tuvo, o nunca existió en el mercado. Este proceso no se puede separar del contexto estratégico y competitivo y supone generación de nuevo conocimiento a la vez que su aplicación.

A nivel meso la innovación es considerada como un proceso interactivo que vincula la conducta tecnológica de las empresas (esfuerzo de investigación y desarrollo, mejoras de procesos), las relaciones entre las empresas (relación productor-usuarios, proyectos de

investigación conjuntos), las interacciones entre empresas y las relaciones entre empresas, centros de investigación, Universidades y otras instituciones (Cimoli 2000).

El nuevo conocimiento generador de innovación puede ser tecnológico o relacionado con el mercado. Mientras que el primero es conocimiento de componentes, vinculaciones entre estos, métodos, procesos, técnicas y características que son parte de un producto o servicio, El conocimiento de mercado, es el conocimiento de mercados de distribución, aplicaciones del producto y expectativas, preferencias, necesidades y deseos del cliente (Afuha, 1997).

La innovación no solo sucede al nivel de la producción, sino también a niveles organizacionales más complejos, por ejemplo; al nivel del conocimiento del mercado, es decir el hecho de que no basta con innovar en los procesos productivos, sino también en las maneras de incorporar al mercado las innovaciones, o de saber que tipo de innovaciones demanda el mercado es tan importante como la producción de nuevos productos. Es decir la innovación implica invención y comercialización.

Otra forma de subrayar que la innovación es un proceso organizacional, es la diferenciación entre innovación técnica y administrativa. La técnica se refiere a procesos mejorados o completamente nuevos. Mientras que, la innovación administrativa, pertenece a la estructura organizacional y a los procesos administrativos, para Afuah estos pueden afectar o no a la innovación técnica, sin embargo, aunque los procesos administrativos y las habilidades organizacionales no afecten el proceso técnico de la innovación de manera directa, si lo hacen indirectamente, pues las áreas de I&D y de producción no son autónomas del resto de la organización. De hecho algunas de estas capacidades

organizacionales son consideradas como competencias fundamentales en la estrategia de las nuevas empresas.

También podemos distinguir dos tipos de innovación, por los efectos que ejerce en la firma. Una innovación se puede definir en la medida en que afecta las capacidades¹ de una organización. En esta visión llama organizacional, se dice que una innovación es radical si el conocimiento tecnológico necesario para explotarla es muy diferente del conocimiento ya existente y lo hace obsoleto. En este sentido se plantea que las innovaciones son destructoras de competencias, porque convierten en inútil u obsoleto el conocimiento anterior sobre como se hacía una cosa, por ejemplo el CD que sustituye a la música que se gravaba en acetato. La tecnología láser, a través de la cual se leen los datos del disco, el sistema en el que se almacena la música, entre otras características, hacen obsoleta la tecnología del acetato de plástico y destruye las competencias que se generaron con él, por ejemplo la industria de aparatos reproductores a través de agujas.

Por otro lado tenemos aquellas innovaciones incrementales, en este caso el conocimiento necesario para ofrecer un producto se basa en el conocimiento existente. Para Tushman y Anderson, ésta incrementa las competencias.

Según una visión económica y a través del criterio de competitividad, una innovación es radical o drásticas si resulta en un producto que es tan superior (menor costo, mayores atributos nuevos atributos) que los productos existentes se vuelven no competitivos; sin embargo, si la innovación permite que los productos existentes continúen siendo competitivos, se dice que es incremental o no drástica.

Kelly y Kranzberg, autores norteamericanos, plantearon en 1978 la existencia de dos modelos principales de la organización del proceso de innovación: el modelo donde domina la fase y el modelo donde domina el proyecto. (Ver figura 1-C)

El modelo de fase dominante o lineal plantea una secuencia de funciones, cada una de las cuales se reproduce en forma típica en las distintas unidades de la entidad innovadora. Las relaciones entre las diversas unidades por las que atraviesa el proceso innovador pueden ser críticas para la organización, debido a los distintos procedimientos, intereses, valores y objetos de cada unidad.

En este caso en cada fase del proceso innovador se producen alteraciones o cambios para reflejar las necesidades y posibilidades de cada unidad organizativa.

Por otra parte el modelo innovador que se orienta por la idea central del proyecto se estructura partiendo de las distintas actividades que tienen su base en el conocimiento (generación de ideas, selección del proyecto, etc) las cuales cortan las distintas fases del proceso innovador (investigación, desarrollo, ingeniería, etc)

En este último modelo a diferencia del anterior que se apoya en las estructuras administrativas existentes en la organización, se basa en mayor medida en la constitución de equipos de trabajo polivalentes que se crean con vista a un proyecto determinado (Fernández, 1997).

1.4.2 ¿Quiénes tienen la probabilidad de hacer innovaciones?

A partir de la diferenciación entre innovación **incremental** y **radical**, se puede deducir quienes están en capacidad de realizar innovaciones, los residentes o firmas que se encuentran dedicadas a una determinada rama de la industria, o aquellos capitales que por primera vez incursionan en el mercado. Se pueden tomar en cuenta dos criterios en este sentido: el del **incentivo estratégico** (para invertir) y el de las **capacidades organizacionales**.

Si una innovación es radical, los residentes tienen dos problemas para explotarla. Es posible que las capacidades de la compañía, no solo sean inútiles, sino que se constituyan en un obstáculo para la introducción y el desarrollo de la innovación. A las compañías les resulta difícil romper con sus hábitos, las rutinas y los procedimientos que han establecido para explotar la vieja tecnología; tienen que desechar los viejos modos de hacer las cosas, lo cual no solo implica a los recursos tecnológicos, sino también a los recursos humanos.

Por ejemplo en la industria de las Artes gráficas, se ha pasado de hacer diseño manual con maquetas a diseño a través de computadora, lo cual simplifica el proceso y hace obsoletas algunos aparatos, pero sobre todo las habilidades del diseñador. No solo se trata de cambiar de tecnología, sino de actualizar competencias laborales, algo más complejo e integral.

Los nuevos participantes en una innovación, no tienen el peso de la vieja tecnología y pueden (libremente) crear capacidad para la innovación y luego explotarla. Por otra parte, si la innovación es progresiva los residentes tienden a dominar, puesto que el conocimiento necesario se basa en lo que ya tienen, pero los nuevos participantes tendrán que crearlo desde cero.

1.4.3 Capacidades Tecnológicas (CT)

Las Capacidades Tecnológicas son recursos necesarios para la generación y administración del cambio tecnológico, la adquisición de tecnología encarna habilidades de trabajo, de administración de la organización y de asimilación del conocimiento (Cimoli, 2000).

Las Capacidades tecnológicas se encuentran constituidas tanto por **competencias**, como por **cualidades**.

La capacidad (habilidad) de una compañía para realizar cualesquiera de sus actividades de su cadena de valores es una **competencia**. Las competencias varían en el sentido en que se encuentran en el centro de la capacidad de una compañía para ofrecer productos o servicios de bajo costo o diferenciados.

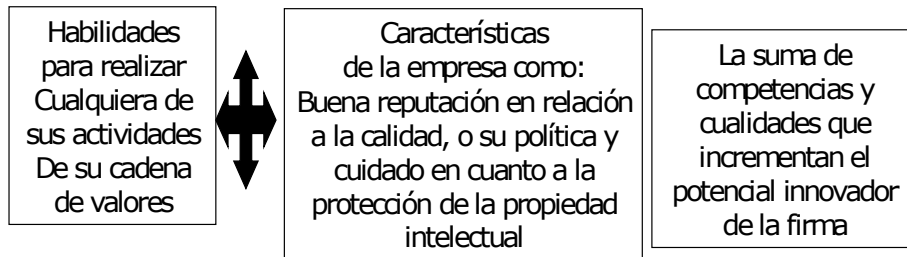
La capacidad de una compañía para realizar una actividad se apoya en su conocimiento de esa actividad, es decir las competencias descansan sobre el conocimiento **tecnológico y de mercado**². El conocimiento tiene tres propiedades que hacen impacto en la capacidad una compañía para realizar actividades en la cadena de valores: novedad, carácter tácito y cantidad.

Las competencias y las cualidades son la base de los productos diferenciados o de bajo costo. La competencia de una compañía es su capacidad para realizar una actividad. Las **cualidades** son virtudes de la empresa o características, como protección a la propiedad intelectual o reputación que corroboran y complementan las competencias de una empresa; estas dos determinan sus capacidades (Afuah 1999). (Ver figura 1-D)

Figura 1-D

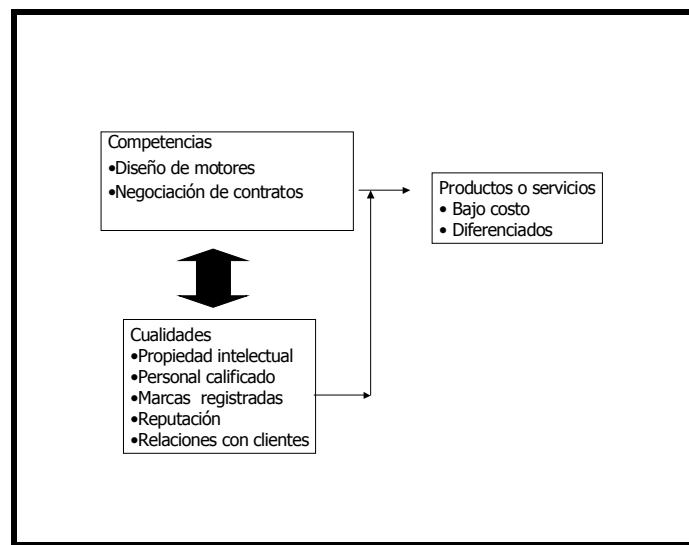
² Como ya lo señalamos anteriormente, el potencial de innovación de una firma, no solo se basa en su conocimiento tecnológico aplicado, sino en su conocimiento del mercado, sus necesidades y comportamiento.

COMPETENCIAS + CUALIDADES = CAPACIDADES



Fuente: Elaboración propia con información de Afuah 1999

Figura 1-F



Relación entre competencias y cualidades; Fuente Afuah.

Las cualidades de las empresas tienen influencia sobre la eficacia de las competencias en la entrega de productos a bajo costo o diferenciados. Por ejemplo; si una firma farmacéutica se ha preocupado por proteger sus innovaciones a través del registro de patentes y el resguardo de su propiedad intelectual, las innovaciones las competencias de sus especialistas en el diseño de una formula quedan resguardadas y les permiten crecer y mejorar. Mientras más medular sea una cualidad, más eficaz será una competencia.

Las capacidades de una compañía son una función de: su medio ambiente local, su estrategia, estructura, sistemas y personal y sus sucesos causales.

1.4.4 Tipos de conocimiento presentes en una innovación

Los términos incrementales, radicales y arquitectónicos describen diferentes tipos de cambio en el conocimiento. Una innovación puede describirse también como una función de cuanto conocimiento se encuentra incorporado en ella y la forma que este adopta. Además de preguntar cuán nuevo es este conocimiento (es decir su radicalidad), también es importante preguntar cuanto del nuevo conocimiento es tácito. Un producto final no tiene que ser complejo para necesitar grandes cantidades de conocimiento. Por ejemplo; los productos farmacéuticos son muy sencillos, pero requieren una gran cantidad de tecnología.

1.5 La creación del conocimiento en las organizaciones. Del conocimiento individual al organizacional.

Dentro de la organización tanto factores internos como externos tienen influencia en el aprendizaje organizacional y por consecuencia, en su poder innovador. Desde un enfoque de sistemas, la organización no es un ente que se encuentre aislado sino, inmerso en un sistema mayor. La creación del conocimiento en las organizaciones se da en dos niveles:

uno que tiene que ver con los flujos de información provenientes de otras formas organizacionales aglutinadas en red y otro en el cual la organización elabora y construye con la información que recibe conocimiento propio.

Cuando una organización innova, este proceso no solamente tiene que ver con la información que se toma del ambiente externo a la empresa y las adaptaciones que esta promueva para adaptarse a los cambios del ambiente.

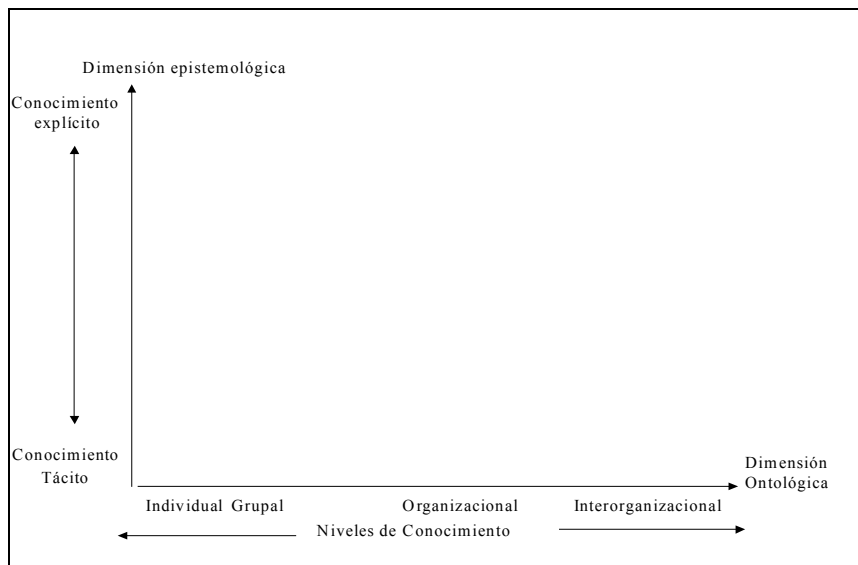
Las organizaciones actualmente crean nuevo conocimiento e información desde dentro, este orden redefine los problemas, las soluciones y los procesos que recrean el ambiente (Nonaka, 1995). La organización es un sistema abierto que interactúa con su medio.

Es decir, se reconoce que al interior de la organización se crea conocimiento y que esta situación también modifica e interactúa con el ambiente. Bajo esta perspectiva, la tecnología y consecuentemente la innovación ya no es vista como una variable externa o exógena a las firmas.

Nonaka trata de ofrecer una explicación a la innovación y por ello desarrolla una teoría de la creación de conocimiento organizacional la cual cuenta con su propia epistemología (teoría del conocimiento), sustancialmente distinta a la visión occidental tradicional en la cual, la clave de la creación del conocimiento es la movilización y conversión del conocimiento tácito. Esta teoría se centra en la creación de conocimiento organizacional en contraparte del individual, esta teoría también tiene su propia ontología, la cual se centra en los niveles de las entidades creadoras de conocimiento (individual, grupal, organizacional e interorganizacional).

En la gráfica se muestran las dos dimensiones en las que se da un espiral de creación del conocimiento. Cuando la interacción entre conocimiento tácito y explícito se eleva dinámicamente de un nivel ontológico bajo a niveles más altos surge un espiral.

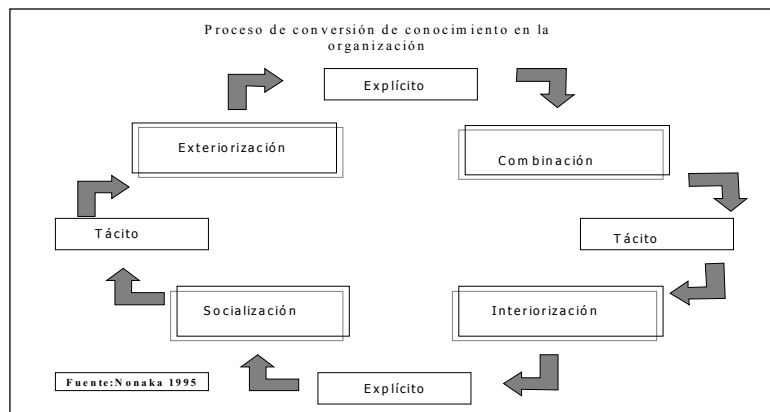
Para Nonaka el proceso de creación de conocimiento se da mediante dos espirales de contenido epistemológico y ontológico.



Dimensión de la creación del conocimiento.

Fuente: Nonaka, *La organización creadora de conocimiento*

Es un proceso de transformación del conocimiento tácito que tiene naturaleza dinámica y constituye en una espiral permanente de transformación ontológica interna de conocimiento, siguiendo 4 fases que podemos ver de forma gráfica en la siguiente figura:



- La Socialización, es el proceso de adquirir conocimiento tácito a través de compartir por medio de exposiciones orales, documentos, manuales y tradiciones y que otorga conocimiento novedoso a la base colectiva de la organización.
- La Exteriorización, es el proceso de convertir conocimiento tácito en conceptos explícitos esto supone, hacer tangible mediante el uso de metáforas conocimientos

de por sí difícil de codificar integrándolo en la cultura de la organización; es la actividad esencial en la creación del conocimiento.

- La Combinación, es el proceso de crear conocimiento explícito al reunir conocimientos provenientes de cierto número de fuentes, mediante el intercambio de conversaciones, reuniones, correos, etc. Y se puede categorizar, confrontar y clasificar para producir conocimiento explícito.
- La Interiorización, es un proceso de incorporación de conocimiento explícito en conocimiento que analiza las experiencias adquiridas en la puesta en práctica de los nuevos conocimientos se incorpora en las bases de conocimiento tácito de los miembros de la organización en modelos mentales compartidos o prácticas de trabajo.

En este sentido podemos hablar de un proceso de reciclaje y recreación de conocimiento. Este reciclaje e intercambio se genera tanto al interior de la organización, como entre las redes que se generan entre organizaciones, de tal forma que las funciones mencionadas, también se realizan en las redes.

1.6 Teoría de redes: Una perspectiva organizacional para entender la generación de conocimiento

Las redes constituyen conjuntos de actores ligados por relaciones implícitas o explícitas desde el simple conocimiento a la cooperación. Las redes no son el resultado de la voluntad de un solo actor, sino que responden a un plan estratégico, donde cada uno participa en un conjunto de interacciones con otros actores relativamente autónomos motivados por un interés propio, situación que demanda ajustes continuos y adaptaciones mutuas. (Casalet, 605)

Las redes entre las empresas se han convertido en factores cada vez más importantes en la vida económica por su capacidad para regular la interdependencia transaccional compleja de las empresas como una interdependencia cooperativa. En suma el management

de la cooperación entre las empresas es particularmente relevante en la Europa contemporánea en la perspectiva de la integración económica.(Grandoni y Soda).

La revisión de los estudios sobre las redes interempresariales puede ser muy amplio. La palabra puede ser usada para definir un amplio rango de formas de redes y de mecanismos, apelando a la importancia social, económica y las dimensiones organizacionales y mostrando propiedades de coordinación diferentes.

El término ***network (red)***, ha sido usado ampliamente y en algunas ocasiones con mayor precisión, en algunas definiciones se ha agregado este termino según propósitos muy concretos, el término ***network*** por sí mismo es una noción muy abstracta que se refiere a los “nudos” o relaciones con otros, es usado en las ciencias duras y no solo en la teoría de la organización, también en la neurociencia, las investigaciones operacionales, la teoría de la comunicación y la teoría sobre pequeños grupos.(González, 2000)

Nosotros nos hemos interesado en las “**redes**” como modos de organización de las actividades económicas y de cooperación entre las firmas. En este sentido, las redes son muy socorridas en los estudios organizacionales.

Existen modos de coordinación sobre las unidades organizacionales especializadas, y con notorio y correcto balance entre la diferencia y la integración usualmente consideradas el problema central en la estructura de la organización.

En este trabajo el foco de interés es la empresa y las diferentes unidades con las que se coordina (en condiciones de interdependencia que pueden ser específicas) como centros de investigación e instituciones productoras de conocimiento, en este sentido miramos las redes como nexos de mecanismos de integración y de acompañamiento en todo el rango de

coordinación organizacional, la comunicación informal lateral para la integración de estructuras complejas y además como sustitución de los mecanismos de mercado y generación de un ambiente que propicie la construcción del conocimiento.(González, 2000)

Estas estructuras organizacionales interfirma son diferentes con relación a la integración de firmas interindependientes con una firma más grande por un lado y la coordinación tácita o de precios a través de intercambios y competencia instantáneos, por el otro esta característica de la coordinación entre firmas ha conducido a dos caracterizaciones opuestas a cerca de las redes.

Esta característica de la coordinación interempresarial ha sido dirigida a dos caracterizaciones adversas de las redes. Por un lado hay que definir a las redes interfirmas como *intermediarios o híbridos* formas de organizaciones o de actividades económicas con respecto al mercado (Williamson 1991). Y por otro lado, están aquellos que contrastan este punto de vista en el que la red es un *tercer tipo* con sus características y propiedades cualitativamente diferentes de aquellas correspondientes a los mercados y a las afirmas.

Ambas posiciones sostienen de manera innecesaria algunas propiedades interesantes de las redes a expensas de otras, para ser más precisos aspiramos a adoptar una definición más operacional y más balanceada de los modos de coordinación interfirmas. Con respecto a la definición polarizada ya mencionada

La cual reconoce al menos dos propiedades de la coordinación organizacional entre firmas:

1. Una red interempresarial es un modo de regular la interdependencia entre firmas lo cual es diferente de la agregación de estas unidades dentro de una sola firma y también son diferente de la coordinación que se da a través de las señales del mercado, es decir

por medio de los precios, movimientos estratégicos, colusiones tácitas etc. Diferentes de estas dos formas, pero basada en un juego cooperativo mediante la comunicación con un socio específico.

2. Los atributos de una red (esto es las estructuras y los procesos de coordinación que una coalición entre firmas puede emplear) no son una forma intermedia entre el mercado y las empresas, pero tampoco son únicas, porque tienen una mezcla diferente e intensidad diferente en las firmas.

Las redes entre las empresas se han convertido en factores cada vez más importantes en la vida económica por su capacidad para regular la interdependencia transaccional compleja de las empresas como una interdependencia cooperativa. En suma el management de la cooperación entre las empresas es particularmente relevante en la Europa contemporánea en la perspectiva de la integración económica.

Aproximaciones evolucionistas han enfatizado el rol de la tecnología, relacionando el costo y los problemas de conocimiento en la formación de las redes. Estas aproximaciones han sido construidas extensivamente en Alfred Chandler quien plantea que las redes pueden trabajar en cooperación y coordinación con la “mano visible” especialmente en procesos de innovación tecnológica.

La primera variable que hay que tomar en cuenta para estudiar las redes es el grado de diferenciación entre las unidades que se coordinan. Esto incluye las distancias en objetivos, la distancia psicológica y la que existe entre los perfiles organizacionales. La segunda

variable utilizada en los estudios organizacionales de las redes se refiere a la intensidad de la interdependencia que se da entre las firmas. Otra importante variable organizacional es el número de unidades que son coordinadas. La dependencia de recursos es un punto muy importante en los estudios sociológicos de las redes, existen incluso estudios sobre los tipos de dependencia. (Grandoni y Soda)

1.7 Redes y procesos de innovación

En los estudios sobre redes se reconoce que la competencia no es el único modelo de comportamiento que rige los patrones que explican el cambio tecnológico: el papel complementario de la cooperación, de la coordinación y de la competencia resulta crucial al momento de analizar los patrones de cambio determinantes del éxito o del fracaso.

A pesar del papel que juega la especialización las redes parecen ser también resultado de dos procesos diferentes: primero, la rápida y generalizada introducción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación; segundo, el creciente papel de las redescubiertas externalidades (estáticas y dinámicas) en la contribución al crecimiento de cada uno de los participantes en la red. En este contexto el creciente uso del término "redes" muestra la intención de analizar las consecuencias económicas y sociales de las externalidades y las interdependencias sobre el comportamiento de las empresas.(Cimoli 2000, 4)

Mientras que la gestión de la política industrial de los años 70s y 80s consistía en el suministro de ayudas estatales a las empresas para reorganizar sus actividades, en la mayoría de los casos dirigidas a la adquisición de maquinaria para abatir los costos de producción. En el nuevo entorno la prioridad es construir redes y promover el agrupamiento

regional de las pequeñas y medianas empresas (PYME). En este sentido es determinante la *información y por ende la creación de redes de información*, las cuales se convierten en la infraestructura clave del desarrollo. La densidad de la construcción institucional, de naturaleza heterogénea, contribuye a reducir la incertidumbre y fortalecer las capacidades tecnológicas de las empresas. La diversidad de las culturas organizativas empresariales, como los distintos comportamientos en escala regional, contribuyen a la asimilación diferencial del conjunto de información ofrecidas; de ahí la importancia de la continuidad de las redes y la horizontalización de los procesos de aprendizaje para contrarrestar las debilidades de la heterogeneidad cultural. (Casalet 1999)

Conclusiones

Desde una perspectiva organizacional que toma en cuenta la teoría de sistemas, la organización puede ser considerada como un sistema abierto, la teoría de redes esboza fielmente esta condición. La construcción organizacional del conocimiento demuestra el principio de intercambio de energía que se da entre sistemas así como, el de decodificación de la información del ambiente.

El contexto de globalización y apertura comercial que constituyen parte del ambiente con sus respectivos actores, supone e impone nuevas formas de generación de conocimiento. Estas nuevas formas que se manifiestan en el cambio tecnológico y los procesos de industrialización que se han fortalecido sustancialmente en los últimos años.

Una industrialización con un dinamismo sustentable, o más aún de simple recuperación, resulta imposible al margen del mercado mundial como marco de referencia. El nuevo patrón tecnológico desacredita el patrón organizativo donde aún predominan los paradigmas tayloristas y fordistas y busca un cambio organizacional orientado hacia la innovación.

Estas necesidades nos llevan al paradigma de la interacción interinstitucional donde las redes de cooperación juegan un papel destacado. Las redes de cooperación potencian el aprendizaje y la innovación y ayudan en la construcción de CT.

CAPITULO II

SISTEMAS DE INNOVACIÓN Y AMBIENTE INTERINSTITUCIONAL

En este capítulo aborda la importancia de un ambiente interinstitucional positivo para la construcción de CT entendiendo este, como la formación de redes de colaboración entre instituciones para el intercambio de conocimiento e información. En este sentido las CT se colocan dentro de un enfoque sistémico son un proceso evolutivo que involucra a las empresas, las instituciones públicas e instituciones de fomento productivo y los Centros de Investigación.

En este proceso se involucran aspectos económicos, políticos, además jurídicos que juegan un papel determinante en el desarrollo de políticas institucionales que permitan el flujo informativo entre los actores sociales y en consecuencia el aprendizaje social continuo.

La construcción de capacidades tecnológicas y la generación de conocimiento propio es indispensable para desarrollo económico de los países, la conformación de un SI a través del cual se integren los diferentes actores es una forma de generar conocimiento e innovación, pues a través de las redes las organizaciones resuelven problemas que de manera individual no podrían. La *competitividad sistémica*³ surge como contrapropuesta de la ortodoxia económica dominante; las políticas macroeconómicas en la nueva versión de la industrialización se apoya en el desarrollo de las capacidades tecnológicas y sociales

³ La *competitividad sistémica* constituye un marco de referencia del desarrollo regional en que la estabilización de la políticas macroeconómicas, si bien es necesaria, no basta para hacer sustentable el desarrollo de la competitividad, ya que cada vez adquieren mayor importancia las políticas mesoeconómicas orientadas a consolidar la capacidad de negociación entre el Estado y los diverso actores sociales para impulsar el entorno socioeconómico.
Mónica Casalet, "Descentralización y Desarrollo Económico Local en México," *Comercio Exterior*, 1998, p.

impulsadas por las políticas micro y meso económicas que contribuyen a condensar los efectos acumulativos del aprendizaje y la innovación.(Casalet, 1998)

2.1 Construcción del ambiente favorable

Si bien es cierto que existen factores endógenos⁴ que indican si una firma es capaz de ser innovadora, también es muy significativo el papel del ambiente y sus implicaciones en el desarrollo de estrategias en las organizaciones, para que estas tiendan a la innovación. Tanto la estructura empresarial, como la estrategia se ven forzadas a adaptarse a un ambiente que en el caso de las economías emergentes es casi siempre incierto. El entorno socioinstitucional desempeña un papel importante en el proceso innovativo, su influencia se manifiesta en la construcción de las competencias institucionales. El ambiente puede asegurar un conjunto de funciones que contribuyan a reducir la incertidumbre. Esas funciones complementan y fortalecen la competencia de las empresas, potencian los procesos de aprendizaje y contrarrestan las debilidades propias de las culturas organizacionales.(Casalet 1998).

El entorno y las condiciones que este proporcione pueden incentivar el desarrollo o frenarlo. En otras palabras la incertidumbre a la que se enfrentan las firmas ante la inversión en IyD y consecuentemente en innovación puede ser contrarrestada, primero con acciones gubernamentales que ayuden a disipar las dudas y segundo con políticas tendientes a la construcción de un ambiente que propicie la innovación.

⁴ Estos factores pueden ser sus capacidades tecnológicas, su estructura e incluso las redes en las que se encuentra inmerso.

Las redes de cooperación tecnológica son un proceso de intercambio con los proveedores, oferentes de servicios tecnológicos y de investigación. La mayoría de los países en vías de desarrollo y México en particular acusan graves carencias en este aspecto, producto de la historia económica y tecnológica del país. El tradicional alejamiento y entre la Universidad y la industria no contribuye al desarrollo e incorporación de la tecnología. Un elemento clave en el desarrollo de CT es la estrecha articulación entre la capacidad de innovación o de la empresa, el contexto económico y las instituciones orientadas a la investigación.

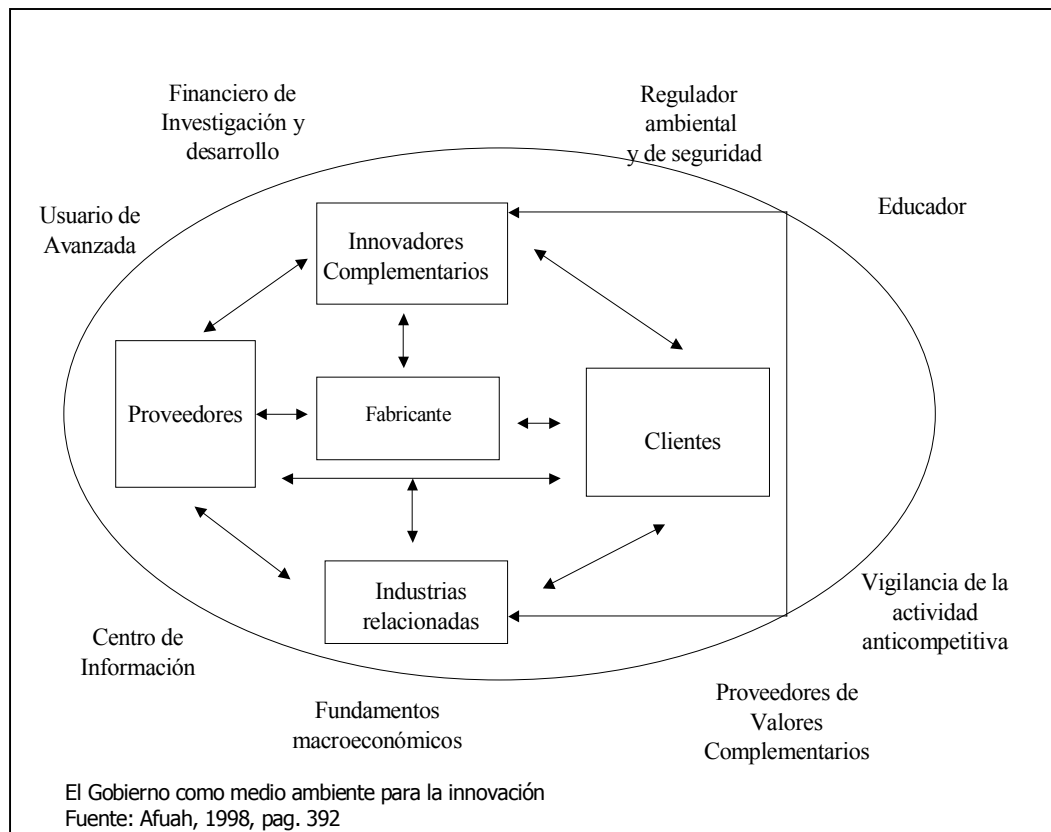
2.1.1 Papel de fomento que juega el sector público.

Como ya lo señalamos, el proceso innovativo se encuentra siempre sujeto a la incertidumbre tanto tecnológica, como de mercado. Pero, en este sentido, el Estado del marco regulatorio de política industrial y de CT puede emprender una serie de programas e instrumentos que reduzcan esta incertidumbre asumiendo el estímulo a través de incentivos y la creación de instancias (instituciones puentes) que complementen los esfuerzos del sector privado. También puede contribuir a que las empresas cooperen con las instituciones de investigación y desarrollo; subsidiar la investigación para las empresas de alto riesgo a fin de atraer a más innovadores; extender la vida de las patentes de innovadores de las empresas riesgosas con el propósito de prolongar el tiempo durante el cual estas pueden recuperar sus inversiones. (Afuah 1999)

La intervención estímulo fundamental para la innovación innovación puede adoptar las siguientes formas, actuar como un **usuario de avanzada, proporcionar activos complementarios, regular las actividades de las empresa, educar la fuerza de trabajo, mantener principio macroeconómicos y mantener estabilidad política para atraer la investigación hacia la innovación** (Afuah 1988).

El papel del Estado en este sentido sería servir como catalizador para la innovación y el cambio, para cuestionar posiciones estáticas. Concentrarse en influir positivamente para crear un entorno fértil y concertado para el desarrollo de las industrias nacionales competitivas en el exterior. (Moctezuma 1998)

Además del Estado como actor modificador del ambiente, en el transcurso de los últimos 5 años en México han comenzado a surgir una serie de organismos que claramente pueden ser definidos como *instituciones-puente*. Estas organizaciones, junto con la aparición de consultorías especializadas del sector privado han dinamizado un mercado de servicios contribuyendo en la construcción de un ambiente apropiado para el desarrollo del sector empresarial, principalmente de las pequeñas y medianas empresas. La actividad de estas complementa la acción de instituciones de fomento productivo ya existentes (Nafin, Bancomex, Programas de SECOFI, etc.) los tipos de apoyos que brindan son los siguientes: Consultorías de apoyo tecnológico; información tecnológica, normalización y certificación; promoción de la cultura de calidad y capacitación entre otros (Casalet 1999).



Dado el contexto mundial y las nuevas reglas del juego económico, los gobiernos deben ser constructores de ambientes que coadyuven al desarrollo de sus economías a través del desarrollo de las firmas.

La generación de Programas e instrumentos para apoyar el desarrollo de la cooperación interempresarial y el incremento de un entorno favorable al intercambio y circulación de la información, es una forma de plantearse el desafío de la construcción institucional frente a las nuevas exigencias de crecimiento. (Casalet 2000)

El estímulo gubernamental a nivel nacional y regional se canaliza hacia la construcción de aeropuertos: pueden construir buenos puntos de despegue y de aterrizaje para sus ciudadanos y empresas, pero no puede controlar sus economías. Nuevamente aparecen tres elementos sustanciales, donde destaca la importancia del factor humano: las **habilidades de la fuerza laboral**, la infraestructura con la cual trabajan y , si el país puede

jugar un juego del más alto nivel, **la investigación y el desarrollo que está decidido apoyar.**(Thurrow, 2000)

2.1.2 Construcción de un SI

El apoyo a la construcción de una red en la cual los diversos actores de la economía se entrelacen para poder constituir polos de desarrollo debe ser una de las prioridades gubernamentales. A través de su capacidad de coordinación territorial y espacial, el sector puede impulsar la integración.

El ambiente puede asegurar un conjunto de funciones que contribuyen a reducir la incertidumbre. Estas funciones complementan y fortalecen la competencia de las empresas, potencian los procesos de aprendizaje y contrarrestan las debilidades propias de las culturas organizacionales.(Casalet 1998) El entorno socioinstitucional desempeña un papel importante en el proceso innovativo, su influencia se manifiesta en la construcción de las competencias institucionales.

La formación de estrechos lazos de colaboración entre las empresas puede beneficiarlas en: a) obtención de información relevante sobre sus necesidades técnicas; b) una mejor detección de las oportunidades para introducir mejoras; c) incrementar su stock de conocimiento a partir de la codificación de las experiencias y habilidades que se encuentran incorporadas en el capital humano (OCDE 1996), es decir tratar de extraer el conocimiento tácito.

La construcción de un tejido consistente entre las organizaciones e instituciones permite consolidar ambientes interinstitucionales favorables se puede llegar a la creación de ambientes que funcionen como caldos de cultivo para la actividad innovadora que ayuden a las firmas en su desarrollo tecnológico organizativo de calidad y capacitación coadyuvando de esta forma a la constitución de competencias.

Los principales componentes del sistema nacional de innovación se encuentran articulados en tres distintos niveles (Cimoli y Dosi,1995): En primer término las empresas son un recipiente crucial de conocimientos, que en buena medida están incorporados en

rutinas operacionales y que son modificados al paso del tiempo por reglas, conductas y estrategias de mayor nivel (Actividades de investigación, decisiones de integración vertical y diversificación horizontal) En segundo lugar las propias empresas se ubican en redes de vinculación con otras empresas, así como con otras instituciones sin fines de lucro. En tercero los países reflejan un concepto más amplio, relacionado con las formas en que las conductas a nivel micro quedan enmarcadas en redes donde se desarrolla el conjunto de relaciones sociales, reglas y restricciones políticas.(Cimoli, 2000)

Ya que la innovación se realiza en sistemas que conforman complejas redes en las que interactúan empresas, universidades, institutos de investigación, consultores, proveedores, clientes, gobiernos, en general, o bien áreas específicas de estas instituciones, que se localizan en un espacio que puede ser un territorio, un país o países, un sector, una institución y/o empresa, o bien la interacción entre cada uno de ellos (Jasso, 2000).

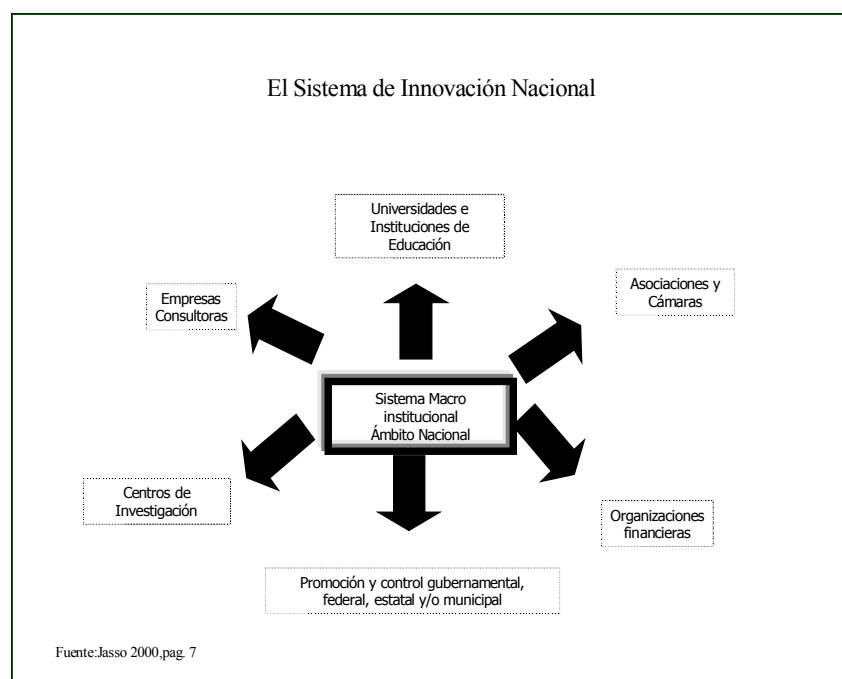
En estos Sistemas de Innovación (SI) se incorporan aspectos de cooperación, competencia que conforman el capital social de los sectores productivos y que contribuyen a formar cadenas productivas por la naturaleza de sus intercambios tecnológicos, económicos, comerciales, de información y no únicamente aquellos asociados con la venta o compra.

La creación de sistemas regionales es una forma de lograr construir polos de crecimiento y desarrollo de aprovechar las ventajas que pueden obtener los diferentes actores cuando se encuentran geográficamente en una misma localidad.(Cimoli 2000).

Un SI se encuentra conformado por una serie de actores, los cuales cumplen un papel específico en el funcionamiento del sistema. **Las empresas** son el actor más importante que realiza la innovación. La empresa es un organismo económico específico de una sociedad industrial que realiza diversas actividades científicas y tecnológicas (Jasso 2000). Por lo regular las pautas de investigación se derivan de las empresas. Por lo que se puede pensar que la empresa es un laboratorio en el que también se lleva a cabo la

producción del conocimiento. Su papel social no solo como generador de riqueza económica, sino también como constructora de riqueza social se extiende a la función de creadora de conocimiento, si bien no a través de mecanismos tradicionales, si como una instancia donde las necesidades prácticas demandan conocimiento aplicado. Como lo señala Gibbons a partir de la resolución de problemas concretos, lo que él denomina el modo dos de conocimiento.

Las **Instituciones públicas y privadas** también apoyan e integran los SI. Destacan instituciones financieras, asociaciones y cámaras sectoriales instituciones de promoción Universidades, instituciones de educación, centros de investigación y /o empresas consultoras, también las llamadas empresas integradoras. (Jasso 2000).



Cuando hablamos de instituciones en este caso nos referimos al conjunto de normas y reglas de comportamiento que refuerzan la actividad relacional de los individuos y grupos. En tanto que las organizaciones constituyen las operaciones concretas de las

trayectorias institucionales dentro del sistema de innovación. Las organizaciones son las que responden específicamente a la necesidad de estimular modelos de competitividad económica, y a la vez construyen fuertes elementos de cohesión, consenso y a veces de obstrucción.(Casalet, 2000)

El entorno en el que se desarrolla el SI es importante, porque el proceso de innovación requiere de una serie de condiciones que favorezcan e incentiven a las firmas a invertir en Investigación y Desarrollo I&D. Este entorno, abarca el paradigma tecnológico actual, la trayectoria o ruta natural que ha seguido la tecnología, el diseño dominante y el régimen tecnológico.(Jasso 2000)

Especialmente la innovación también tiene un lugar. La proximidad material es una condición necesaria para que existan los medios para innovar, debido a la naturaleza de la interacción en el proceso de innovación. (Castells 1996)

La construcción de un ambiente favorable para el desarrollo de las empresas y el **mejoramiento de sus capacidades productivas y tecnológicas** es el principal objetivo de la creación de un SI, a través de las instituciones y políticas se pretende crear unión entre las empresas (redes) y las instituciones generadoras de conocimiento y de esta forma consolidar circuitos de intercambio, a través de los cuales la información fluya.(Cimoli 2000.)

El espacio de innovación se conforma por las redes internacionales, locales, sectoriales y/o empresariales que configuran el SI, y en cada uno de los actores participantes mantienen una forma organizacional regulatoria y cultural que define las condiciones para aprender de manera interactiva y colectiva.(Cimoli 2000)

Al espacio de innovación también se le ha denominado *sistema de producción territorial, distritos industriales, ambiente innovador o redes regionales de innovación*. (Camacsni 1991 y Cooke y Morgan 1996)

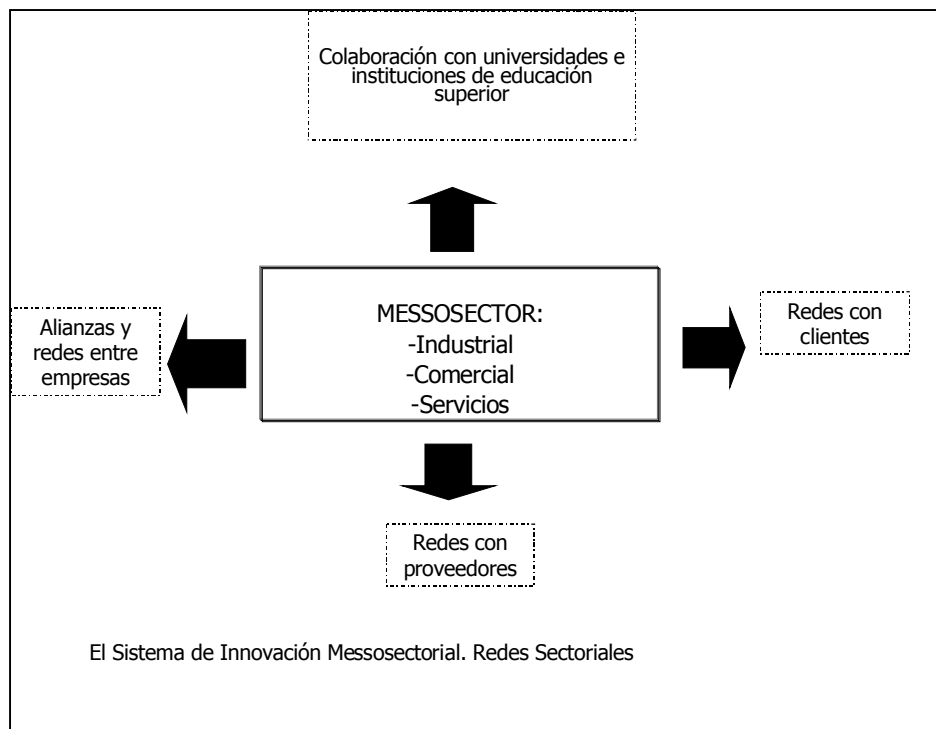
Podemos estudiar a los SI ya sea desde el punto de vista **regional, sectorial o empresarial**, lo cual nos remite a identificar otros ámbitos de acción, mismos que tomaremos en cuenta para ubicar el estudio de caso de este trabajo.

I.- Macro: En el que se definen las grandes líneas de política pública y que conforman el entorno institucional y regulatorio.

II.-Messo: Que abarca los aspectos del sector, región o localidad. Esto implica las características específicas de las condiciones tecnológicas y la colaboración y competencia. En este sentido se apuntan las líneas de política pública más específicas.

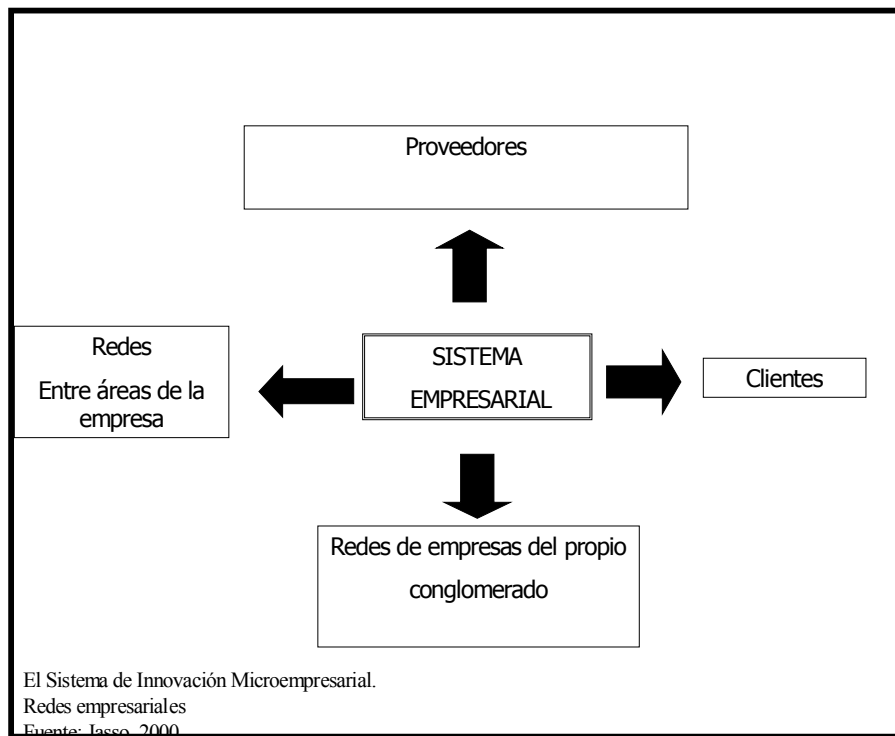
III.- Micro: Que considera la conducta y estrategia tecnológica y de mercado de la empresa. La especificidad de la política pública se justifica incluso en el nivel de la empresa. (Casalet, Cimoli, Jasso).

En este sentido nos interesan los modelos expuestos por Jasso en los cuales propone la existencia de un SI **MESOSECTORIAL** de redes y sectores y por otro lado un SI **MICROEMPRESARIAL** de redes entre empresas. En el primero se plantea la existencia de un Sistema en el que se encuentran incluidos los sectores industrial comercial y ó servicios integrados por empresas que mantienen contratos o acuerdos de colaboración en la producción de bienes y/o servicios similares. Algunas redes pueden tener lazos informales y crear procesos de aprendizaje al momento de iniciar las actividades productivas.



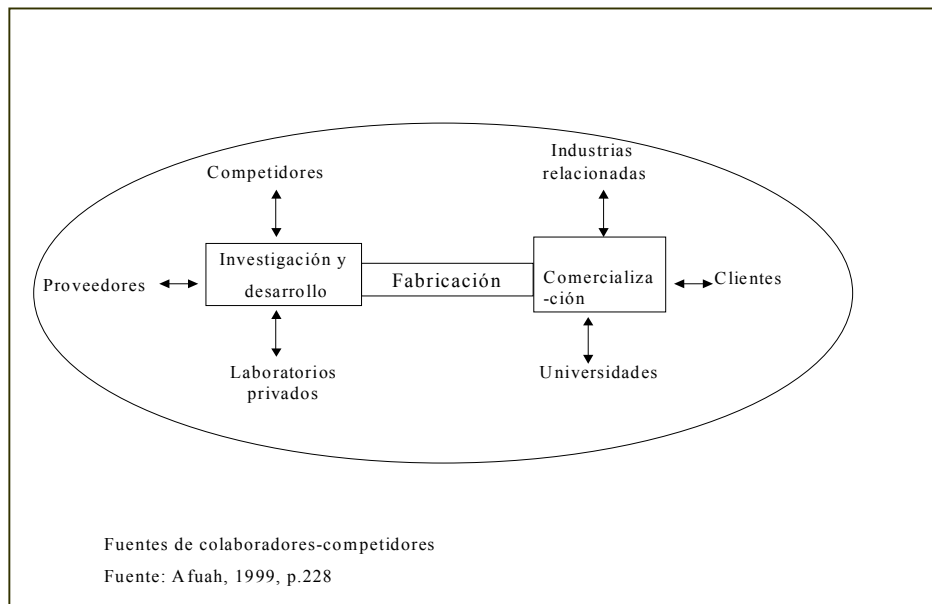
El segundo SI **Microempresarial** formado por la empresa o el núcleo de empresas (conglomerado) donde se definen las estrategias y tácticas corporativas relacionadas con la innovación y la competitividad.

En el caso de la empresa objeto de este estudio, podríamos proponer un esquema donde son las empresas a nivel micro las que realizan sus redes, no solo con proveedores, o con clientes, sino **con las Universidades y los Institutos y centros de investigación**, en particular esta relación es la que analizaremos, así como sus repercusiones en la construcción de las Capacidades Tecnológicas de la empresa.



La propuesta de un SI cobra sentido si se toma en cuenta que las ideas de otros, incluso de los competidores potenciales, contribuyen al desarrollo de nuevas capacidades y consecuentemente son fuentes de innovación. Los colaboradores-competidores potenciales, es decir, los proveedores, los clientes e innovadores complementarios que también están interesados en obtener ganancias de la innovación y con quienes se tiene que colaborar o competir, son una parte importante de la estrategia de una compañía, para explotar una innovación, es saber quienes son estos posibles colaboradores-competidores. (Afuah, 1999)

2.2 La formación de Recursos Humanos y su papel en la construcción de CT



Las políticas gubernamentales encaminadas a fomentar la Investigación y el Desarrollo y a generar un ambiente de innovación juegan un papel muy importante en su parte de generación de recursos humanos.

El factor humano es, actualmente el más importante dentro de la llamada era de la información y de la Economía del Conocimiento, bajo esta lógica los individuos juegan un papel esencial dentro de las organizaciones, ya que son ellos quienes crean conocimiento. Nonaka plantea que dentro de la organización el primer nivel de conocimiento es el individual, para luego pasar al organizacional.

El propio Lester Thurrow ⁵ha señalado que los Recursos Humanos son la única fuente de ventaja competitiva de las organizaciones. Mientras que los otros componentes de la competitividad se encuentran disponibles: los recursos materiales pueden comprarse, el capital puede obtenerse en préstamo, la tecnología puede copiarse. Los RH constituyen el esfuerzo real de incorporación y traducción del conocimiento científico en habilidades y respuestas específicas, la gente que integra la fuerza de trabajo, sus habilidades y sus compromisos harán la diferencia entre el éxito y el fracaso económicos.

Se ha empezado a reconocer abiertamente que el talento de los individuos es la base de la competitividad y de la supervivencia de las organizaciones en cualquier escala

Actualmente las organizaciones se ven enfrentadas a diversos cambios que las obligan a redefinir sus líneas de acción: Se enfrentan a cambios en las necesidades estratégicas de la organización; en las tecnologías de administración para sustentar proceso de innovación, cambios en las formas y características de la organización del trabajo; y **cambios en la forma de entender administrar y revitalizar el *capital intelectual***⁶ de las

⁵ Presentación ante la American Management Association, en Abril de 1993 citado por Héctor Ramírez en Comercio Exterior en diciembre de 1999.

⁶ Actualmente los enfoques que toman en cuenta a los seres humanos como una parte fundamental de la organización se vuelven determinantes en la política empresarial y en la gestión de RH. Se entiende por *capital intelectual* el conocimiento, las habilidades, las competencias y demás

organizaciones. No olvidemos que las Capacidades tecnológicas de una firma son una función de su medio ambiente local, sus estrategias, estructura y Recursos Humanos.

Existen tres actores fundamentales en el proceso de desarrollo de habilidades en Recurso Humanos en Ciencia y Tecnología (RHST): Las Agencias Gubernamentales, las Instituciones de Educación Superior (IES) y el sector productivo compuesto por las firmas.

Mientras que el Estado dicta las normas de conducción y desarrolla incentivos para que otros actores realicen actividades,(Por ejemplo el programa de becas para posgrados que el Estado formuló a través del CONACYT, ayudó a la consolidación de cuadros de investigadores que ya existían en las Universidades incrementando los grados de doctorado que estas poseían y estimulando la investigación) Las IES proveen de educación especializada además de complementar las actividades de investigación y desarrollo que realizan las empresas. Por último las firmas emplean personal en producción e I&D y dan dirección a esta en el sentido de sus necesidades. Las competencias deberían originarse en un sistema de educación compuesto por estas tres instancias el Estado, las Universidades y las empresas donde cada una tuviera algo que decir para darle dirección a la educación.

Las estrategias de las firmas y los procesos de toma de decisiones dependen de su management y del perfil de su fuerza de trabajo. Aquellas firmas que cuentan con un alto número de ingenieros o personal de formación científica son más aptas para el desarrollo tecnológico y los cambios organizacionales así como para mejorar su desempeño y alcanzar sus metas de crecimiento.

Todo esto nos hace suponer que existe una relación entre las políticas gubernamentales relacionadas con las Instituciones de Educación Superior, las competencias de los Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología y sus ligas o vínculos con el sistema de producción.

Estos actores se relacionan y entrelazan de la siguiente manera:

1. Las competencias de RH en Ciencia y Tecnología son, al menos parcialmente, una función del gobierno y de sus políticas en relación a las Instituciones de Educación Superior (concretamente en educación e I&D).
2. Las capacidades tecnológicas de las firmas se encuentran asociadas con las competencias de los RH en Ciencia y Tecnología y con las habilidades para adaptar y usar estas competencias en los niveles de producción y administrativo de la organización.

3. Un elemento importante en la conformación del SIN es la interacción entre las competencias relativas a IES y las habilidades (destreza, conocimiento, etc.) requeridos por el sistema de producción (Valenti G., G. Varela., G. Del Castillo, 2000).

2.2.1 Formación de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en México

En México la asimilación del cambio mundial y global en las posibilidades de conocimiento en las instituciones de educación superior y centros especializados, abrió un proceso que incluyó:- la recomposición de los programas de estudios y prioridades disciplinarias y temáticas, - la implementación de recursos para sostener económicamente el desarrollo de la estructura técnica y humana necesarios para hacer efectivas estas políticas, y -la motivación de los actores sociales en el desarrollo de una actitud receptiva para adherirse a las estrategias de cambio (Casalet 2001).

En el marco de una política de modernización se creó el programa de becas de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para tratar de coadyuvar en la formación de RH en Ciencia y Tecnología para enfrentar los cambios que imponen la economía mundial y sus implicaciones en el cambio tecnológico y las nuevas formas de generar conocimiento, lo cual repercutió en la creación y consolidación del SI mexicano.

El programa de becas se apoyó de las redes de cooperación internacionales que han desarrollado el crecimiento de redes de investigación entre países e interinstitucionales e impulsó la consolidación de postgrados además de ayudar a formar cuadros académicos y de investigación (Casalet 2001).

2.2.2 Las Universidades y su papel en la generación de RH.

Aunque los bienes de capital y los equipos importados siguen siendo una importante fuente de acumulación de conocimientos y del proceso de modernización de las empresas Mexicanas, al interior de la industria nacional tal acumulación depende principalmente de los procesos de aprendizaje del capital humano (Cimoli 2000).

En un país en vías de desarrollo la mejor apuesta es concentrarse en la acumulación de saberes y la apropiación de estos para poder acortar la brecha de conocimiento que actualmente se traduce en una brecha de desigualdad.

Dentro de la OCDE, México y Turquía presentan el menor número absoluto de personal en investigación. En el caso de México, solo uno de cada ocho investigadores está empleado dentro del sector productivo (Cimoli 2000).

Las empresas mexicanas despliegan reducidos esfuerzos de investigación y desarrollo y contratan pocos empleados profesionistas y aún menos recursos humanos altamente capacitados. Este bajo nivel profesional obstaculiza significativamente la creación de vínculos adecuados con el sistema de producción dentro del sistema de innovación mexicano.

Las IES aunque no de manera directa participan en el proceso de innovación impactando de diferentes maneras. Los flujos de información que se manifiestan en las diferentes redes personales generalmente se dan a través de los investigadores y los estudiantes.

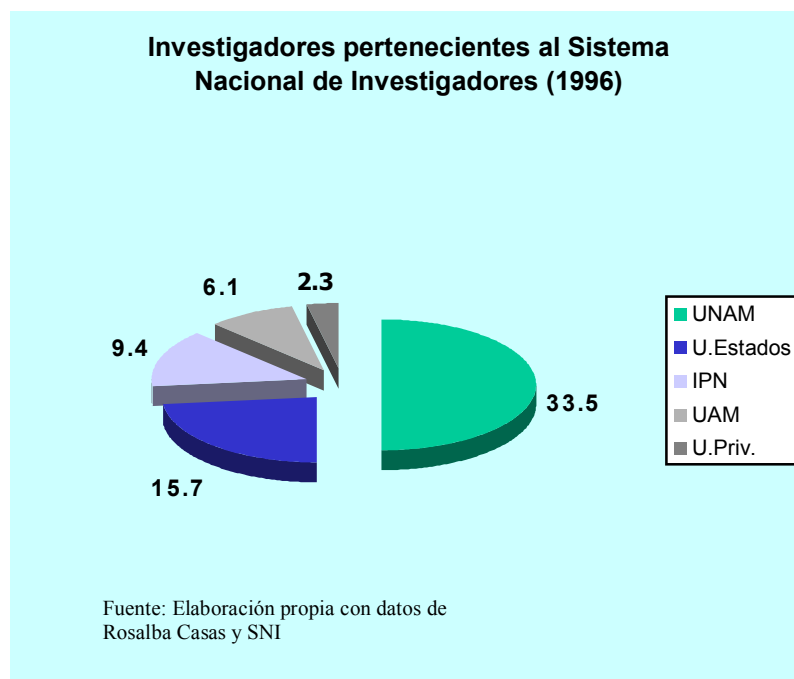
Rosalba Casas afirma que la movilidad de los estudiantes de postgrado es actualmente la vía más eficaz para la construcción de redes de conocimiento para responder a las demandas del sector productivo. Y que la tendencia dominante es el flujo de conocimiento entre las Universidades y las Empresas a través de formas tácitas.

2.2.3 Vinculación Universidades y Empresas y construcción de redes de conocimiento en México.

Las Universidades y los Centros de Investigación concentran la mayor parte de las competencias científicas del país (financiamiento, personal e infraestructura). La capacidad

de investigación es todavía débil en comparación con los estándares internacionales. En términos generales México se encuentra considerablemente atrasado en relación con el nivel internacional de producción del conocimiento. Al ser comparado con países como Estados Unidos, Japón y Reino Unido, México muestra un patrón de generación del conocimiento en el cual el estímulo gubernamental es débil, existe escaso apoyo del sector empresarial ya las Instituciones de Educación Superior, despliegan la mayoría de las actividades de investigación y desarrollo. No obstante se observa una tendencia a buscar una mayor incorporación de la ciencia mundial y a descentralizar hacia diferentes regiones del país.(Casas, De Gortari y Santos , 1999)

En las Instituciones de Educación Superior del sector público se concentra el mayor número de investigadores como también se genera la mayor proporción de investigación. En relación con los investigadores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SIN), en 1996 las IES públicas concentraron 65.7% de los miembros del SIN, en tanto que las IES privadas concentraban el 2.3%. En el rubro de Universidades públicas la UNAM concentra el 33.5%, las universidades de los Estados el 15.7%, el Instituto Politécnico Nacional, Incluyendo el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, cubren el 9.4% y la Universidad Autónoma Metropolitana el 6.1% las Universidades Públicas concentran el 65.7% de los miembros del SIN.



Han surgido dos diferentes patrones de vinculación entre Universidades e Industria. El primero, adoptado por las Universidades Privadas y las técnicas del sector público, se basa en la capacitación de profesionistas, principalmente ingenieros y administradores de

empresas. Adicionalmente, los servicios de asesoría profesional se orientan a satisfacer las demandas organizacionales y técnicas de la industria.

El segundo promovido y financiado principalmente por las instituciones más grandes ha sido establecido sobre la base de la capacitación de investigación en ciencia, tanto en términos de personal, como de infraestructura; a pesar de su orientación científica, se encuentran entrelazando con la formación de recursos humanos y se enfoca al desarrollo o al mejoramiento de los productos y procesos, o a servicios tecnológicos especializados para las grandes empresas (Cimoli, 2000).

La colaboración entre universidades e industria basada en la ciencia se encuentra principalmente en las Universidades Públicas Nacionales, aún cuando todavía es reducido el número de relaciones en actividades de investigación. Esta tendencia se debe al hecho de que las Universidades han acumulado la mayor parte de las capacidades de investigación durante varias décadas, mientras que las actividades de investigación en las Universidades Públicas estatales, las Universidades privadas y los Institutos tecnológicos públicos no solo son actividades más débiles, sino que también son relativamente nuevas.

A pesar de su baja intensidad, en México se está desarrollando una colaboración entre Universidad e industria sobre bases regionales. La tendencia dominante de los flujos de conocimiento entre Universidades e industria en México es el intercambio de conocimientos tácitos. El ingrediente de las relaciones informales es fuerte y contribuye a consolidar las colaboraciones, a pesar de la tendencia a formalizar estas relaciones informales a través de acuerdos y contratos con propósitos específicos. De hecho, las alianzas más fuertes entre Universidades e industrias se construyen originalmente sobre redes informales que posteriormente son formalizadas.

Las Universidades muestran crecientes esfuerzos por mejorar y crear vinculaciones con el sistema de producción, sin embargo esos esfuerzos son inhibidos por dos razones principales: la organización burocrática de las Universidades Públicas, y por la naturaleza de la demanda del sector industrial (del modernizado y del basado en mayor medida en la ciencia), que tienden a demandar “conocimiento” de instituciones y centros de investigación del exterior. En este sentido, la burocracia y la noción de tiempo de las Universidades es muy diferente que la de las firmas lo que dificulta aún más esa vinculación.

Conclusiones

Como respuesta al fenómeno de la globalización y para lograr consolidar competencias, es deseable que los gobiernos apoyen y promuevan la innovación tecnológica a través de la construcción de un ambiente propicio para el desarrollo de las empresas y el flujo de conocimiento.

La construcción de CT y la generación de conocimiento propio es indispensable para el desarrollo económico de los países; la conformación de SI a través de los cuales integren los diferentes actores es una forma de propiciar la innovación.

Las competencias en materia tecnológica son un aspecto fundamental para el desempeño competitivo de las empresas; desarrollar dichas competencias es un proceso acumulativo que se da a través de redes interrelacionadas como efecto de los flujos de información que transportan sobre todo, conocimiento tácito, el cual no se puede codificar.

A través de la construcción de SI nacionales, Mesosectoriales y Microempresariales se contribuye a la generación de redes y por ende al mejoramiento de las capacidades

productivas y tecnológicas. En este sentido, las políticas orientadas hacia la formación de RH son parte de las responsabilidades del Estado, pero el SI también repercute en su formación, ya que la movilidad de los estudiantes es la vía más eficaz para la construcción de redes de conocimiento para responder a las demandas de sector productivo. La tendencia es la predominación de formas tácitas en el flujo de conocimientos entre Universidades y empresas.

Bajo una perspectiva sistémica las nuevas formas organizacionales denominadas redes contribuyen al intercambio de información que se da entre las organizaciones. El SI es una red que involucra a los diferentes actores en el proceso de intercambio y construcción de conocimiento. La organización como unidad aislada del entorno no puede existir, la firma es un actor más dentro de una red.

La siguiente lámina muestra a manera de círculos concéntricos diferentes niveles del SI empresarial, regional y nacional.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN BIOTECNOLOGÍA (CTB), UNA PERSPECTIVA MICRO.

1.- CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO ESPACIO DE CONOCIMIENTO

En la construcción de la biotecnología moderna de los últimos años ha jugado un papel relevante:- la aparición de la biología molecular, disciplina que permitió descifrar en los años cincuenta la estructura del DNA, así como los mecanismos para traducir la información genética residente en el DNA, en proteínas. - La emergencia de las técnicas del DNA recombinantes o de ingeniería genética, en la década de los setenta consolidó la capacidad para aislar y manipular el material genético e inclusive trasplantar el DNA entre las especies. (Casalet 2001)

Este conjunto de procedimientos sobre el DNA y las proteínas y las metodologías para manipularlos permiten hoy, tener una imagen a nivel subcelular bastante precisa del funcionamiento de la célula viva. (Bolívar Zapata et al. 1999).

En este proceso de consolidación de la biotecnología moderna influye la percepción que la ciencia se transforma, -de un tipo de actividad en donde los problemas podían resolverse con la aplicación del conocimiento en disciplinas aisladas, con herramientas y métodos particulares, - a un tipo de actividad mucho más multidisciplinaria en donde a través de la convergencia de varias estrategias, conocimientos y herramientas pueden vislumbrarse las posibilidades de éxito para la solución de problemáticas científicas y sociales.

A partir del modelo propuesto por Gibbosn (1994) la producción de conocimiento en la BT se da en lo que se denomina el modo 2: El conocimiento se genera a partir de la resolución de problemas concretos, que suponen la participación de varias disciplinas. La producción del conocimiento en el modo 2 es transdisciplinar. Se caracteriza por un flujo constante, de un lado a otro, entre lo fundamental y lo aplicado, entre lo teórico y lo práctico. No se buscan principios fundamentales, sino que se avanza a modelos de investigación orientados hacia resultados contextualizados. El modo 2 crea un ambiente novedoso en el que el conocimiento fluye más fácilmente a través de las fronteras disciplinares, en el que los recursos humanos son más móviles y la organización de la investigación es más abierta y flexible. Todos estos factores se encuentran presentes en la BT moderna.

La BT tienen una naturaleza multidisciplinaria, requiere de la capacidad de mezclar y desarrollar habilidades muy diferenciadas e integradas. La nueva producción del conocimiento ya no ocurre solo dentro de las fronteras disciplinares, sino que también se produce en los intersticios entre las disciplinas establecidas, a través de la interfecundación entre ámbitos disciplinares y de la difusión de instrumentos y procedimientos que afectan a la práctica de la investigación en ámbitos a menudo remotos.(Gonsen, 1994)

La consolidación de la biología molecular y la tendencia a agrupar esfuerzos de diferente índole, como la mejor alternativa para solucionar problemáticas complejas propician e impulsan el nacimiento de la biotecnología moderna. La cual puede definirse como una disciplina multidisciplinaria que se sustenta en el conocimiento de frontera generado en áreas tradicionales, donde incide particularmente el desarrollo de disciplinas que soportan esta actividad como: la biología molecular, bioquímica, ingeniería bioquímica, biología celular, microbiología, inmunología. Todas estas disciplinas permiten

el estudio integral y la manipulación genética de los sistemas biológicos (microbios, plantas, animales, insectos, etc.) y a través de ello la utilización inteligente de la biodiversidad, es decir de los organismos vivos, sus productos o sus partes, para a sí permitir el desarrollo de la tecnología eficiente, limpia, y competitiva, que facilite la solución de problemas importantes en sectores tales como la salud, agropecuario, industrial, y tratamiento de la contaminación ambiental. (Bolívar Zapata et al, 1999, Solleiro)

Dentro de la BT existen **tres generaciones** de productos derivados de procesos biotecnológicos. La **primera** tiene que ver con la producción de pan, el vino y el queso que son considerados de primera generación; estos productos tradicionales son manufacturados con viejas tecnologías, usualmente a menor escala y basados en conocimiento empírico. La **2a generación** incluye productos especializados como antibióticos, aminoácidos y enzimas industriales producidas a gran escala con procesos de fermentación altamente estandarizados. Aunque estas tecnologías todavía están basadas en experiencia práctica, el conocimiento de química de productos y de procesos de transformación es relevante.

La **3a generación** de productos se encuentra basada en nuevas técnicas combinadas con algunos procesos de operación de anteriores generaciones. En contraste con la 1a y 2a generación; los expertos en la producción de esta tercera generación se formaron originalmente en centros de investigación. Esto indica una fuerte distinción en el tipo de industria, más científica en el caso de la 3a generación y más empírica en el caso de la 1a y 2a. (Gonsen 1998,:45, 46)

2.- DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGIA A NIVEL INTERNACIONAL

A nivel mundial el impacto de la biotecnología ha sido mayor en el sector salud particularmente la humana, seguida por el sector de agricultura, también un impacto importante en biotecnología industrial y el tratamiento de la contaminación ambiental a través de estrategias de biorremediación.

La biotecnología moderna se ha desarrollado a ritmos y con enfoques diferentes en los países industrializados, donde a los recursos financieros se suman los apoyos gubernamentales y la fluida vinculación de los empresarios con centros de investigación. En Estados Unidos la aplicación de la biotecnología moderna a nivel industrial ha sido posible por la generación de nuevas tecnologías iniciadas por grupos universitarios y por la aportación del capital de riesgo para el establecimiento de empresas de alta tecnología. Tal conformación ha facilitado el liderazgo mundial de este país en el sector. Ya que en 1997 contaba con 1,283 empresas las cuales empleaban a 140.000 personas, que generaron ingresos superiores a los 18.000 millones de dólares, invirtiendo 9,400 millones de dólares en I&D. En contraste Europa en el mismo año, existían 1,307 empresas en el sector empleando directamente a 39,000 personas, con ingresos de 3,100 millones de dólares y gastos en I&D de 2,200 millones de dólares (OECD,Observer 1999) .

En Estados Unidos se destaca la capacidad de las empresas de convertir los resultados de I&D en productos comerciales viables, particularmente en el sector salud y el agropecuario. La investigación de frontera se lleva a cabo en las universidades públicas y privadas, organizaciones gubernamentales, en empresas y /o a través de convenios o asociaciones entre estos grupos., esta relación ha consolidado la fortaleza de la base

científica y de recursos financieros aplicados a la investigación y promoción de nuevas empresas , en particular para la industria farmacéutica .(Casalet, 2001)

La existencia de apoyos directos o indirectos del gobierno a través del sistema universitario subsidiado, el medio ambiente y de la salud pública ha constituido el círculo virtuoso que conforma un ambiente generador de las máximas externalidades positivas, que promueve el aprendizaje colectivo y el ajuste flexible entre productores especializados. Un caso que ilustra estas interacciones dinámicas de excelencia es el Silicon Valley que reúne una importante **masa crítica** de empresas con modalidades productivas heterogéneas y escasa integración vertical que pertenecen a una amplia gama de sectores *high tech* como : internet, semiconductores y equipos, computadores, discos ,software, telecomunicaciones y biotecnología. Las empresas compiten y cooperan aprendiendo unas de otras acerca de cambios en los mercados y en el estado del arte tecnológico a partir de la comunicación informal y la comunicación horizontal tanto dentro de las empresas, como con clientes y proveedores , donde participan en redes de cooperación tecnológica formal e y informal de elevado grado de desarrollo. (Yoguel y Nemirovsky,2000).

Las corporaciones transnacionales son el centro del modelo de concentración descentralizada que caracteriza el desarrollo de este sector, estas empresas establecen estrategias tecnológicas diversificadas que les permiten:

- a) asegurar un máximo acceso a los resultados de la investigación científica que ofrezcan potencial comercial
- b) compartir el riesgo del desarrollo con otros actores, por ejemplo el sector público .
- c) aspirar a mantener posiciones monopólicas temporales en el mercado global, gracias a la protección de patentes y otros títulos de propiedad intelectual. El liderazgo de dichas

empresas esta reforzado por una activa búsqueda de alianzas estratégicas con empresas de otros países.

En los últimos años cuatro de los gigantes de la revolución petroquímica –Monsanto, Novartis, Dupont y Aventis –han tomado la decisión de vender o deshacerse de todo o parte de sus divisiones químicas y concentrarse exclusivamente en la investigación genética y en las tecnologías y productos basados en la genética. El control sobre los activos intangibles y sobre las diversas formas de propiedad intelectual dota a las compañías multinacionales de capacidad para crear potentes redes proveedor-usuario y concentrar aún más el poder económico en formas completamente nuevas .(Rifkin, 2000)

En Japón el éxito de la biotecnología se ha debido a la combinación con la fuerza tradicional de la microbiología e ingeniería bioquímica. El desarrollo y aplicación de la biotecnología moderna se beneficio por la experiencia adquirida en el campo de la electrónica. La limitación fundamental de Japón reside en la falta de una fuerte base de investigación, dicha carencia contrasta con la fortaleza innovativa de Estados Unidos y Europa, por lo que ha sido forzado a buscar estos elementos en el exterior, principalmente en Estados Unidos.

En Canadá el avance es menor, en 1996 existían alrededor de 270 empresas en productos terapéuticos, más de 65 en producción de vacunas y cerca de 200 en productos de diagnóstico. De acuerdo con datos de una encuesta de Naciones Unidas aplicada a 350 empresas, el 40% se dedica a cuestiones de salud humana, básicamente porque ahí se desarrollaron las técnicas de ingeniería genética y es el sector que ofrece una mayor rentabilidad. (Solleiro,2000)

En la Unión Europea su fuerza radica en la industria con base en I&D en el sector salud y en la generación de agroquímicos (particularmente en el Reino unido, Alemania, Suiza y Francia) las empresas han desarrollado biotecnologías propias, en alianza con otras compañías y con grupos universitarios.

Un buen numero de conglomerados de empresas se distribuye por todo el continente, generando ventas de 2,275 millones de euros. El sector tiene 1,036 empresas y genera empleo para 39,000 personas. (Ernest & Young,1998)

3.- CAPACIDADES CIENTIFICO TECNOLOGICAS DEL SECTOR

De acuerdo con esta naturaleza multidisciplinaria las capacidades tecnológicas y de desarrollo son diferenciadas y abarcan diversas dimensiones que se refieren a: - el núcleo de conocimientos y capacidades científicas y tecnológicas que son fundamentales en la investigación y consolidación de la nueva BT. Las nuevas exigencias provocan una ruptura con el paradigma tradicional, ya que el conocimiento de base de las nuevas innovaciones tiene una mayor articulación con las disciplinas científicas y tecnológicas. Las cuales se refieren a la capacidad y habilidad de manipulación estructural y funcional de las características de organismos y sus aplicaciones prácticas.

Otro aspecto esta relacionado con las capacidades generadas en la manipulación de los bioprocesos y comportamiento de los microorganismos y su transformación en nuevos productos y procesos. Por último, el desarrollo de capacidades complementarias que son inherentes al crecimiento industrial y comercial de la BT.

Las CT de la BT se dividen en 3 grupos:

1. Capacidades científicas fundamentales.
2. Capacidades de bioprocesos, que tienen que ver con el escalamiento de los procesos a escala industrial.
3. Capacidades complementarias, relativas a las actividades periféricas, las cuales son indispensables para la realización de la Industria. En este sentido podríamos hablar de la capacidad organizativa de gestionar el conocimiento y sus resultados.

3.1 Capacidades científicas

Consiste en la habilidad para manipular la estructura y las características funcionales del organismo y sus aplicaciones prácticas. Manipulación, modificación y transferencia de material genético DNA. Por ejemplo, la habilidad para clonar o generar una enzima o proteína. Así como, técnicas de ingeniería genética.(Gonsen 1994).

3.2 Capacidades de Bioprocesos

Estas capacidades se encuentran basadas en el conocimiento de las característica y el comportamiento de los microorganismos además del uso deliberado de estas para llegar a nuevos objetivos en materia de nuevos productos o procesos. Estas capacidades se encuentran relacionadas con la operación de un bioreactor y un número de procesos auxiliares asociados. Los procesos biológicos industriales típicos son los siguientes:

3.2.1 Clonación

A través de la aplicación de la técnica del ADN recombinante se desarrollan clonas bacterianas que contienen plásmidos hidrizados por ingeniería genética.

En este caso clonarlo significa transferirlo a una bacteria o a un organismo que produce esa proteína. Una vez obtenida la clona o cepa, se inicia un proceso de bioingeniería donde se seleccionan los equipos, las áreas y el proceso esta en condiciones de desarrollarse a gran escala.

3.2.2 Fermentación

Durante el proceso de reproducción a gran escala, las clonas bacterianas son cultivadas en ausencia de antibióticos, induciendo la expresión de la proteína sin acción de agentes químicos. Así se asegura que el producto este libre de trazas de antibióticos o agentes inductores.

Una de las actividades básicas en esta fase es el diseño de fermentadoras y del equipo de purificación para asegurar el aislamiento de la proteína del resto de las proteínas de la célula.

3.2.3 Extracción

La proteína bacterio-sintetizada acumulada en el interior de la bacteria como cuerpo de inclusión, se extrae en forma no bio-activa. Posteriormente es plegada *in vitro* para recuperar su conformación tridimensional y forma nativa y bio-activa.

3.2.4 Purificación

Por medio de este proceso de alta eficiencia, la molécula de proteína correctamente plegada y bio-activa se purifica. El proceso de purificación excluye el uso de anticuerpos y se base en múltiples etapas de cromatografía de alta resolución que combinan varios enfoques de separación.

3.2.5 Formulación

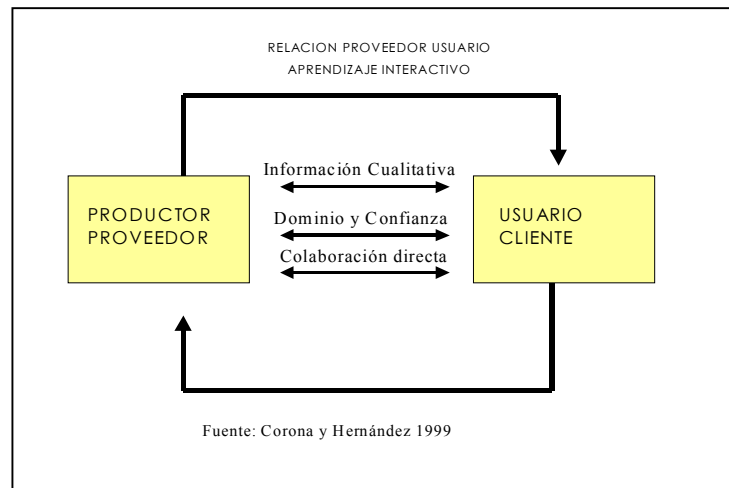
La proteína pura se filtra y mezcla con agentes estabilizadores y se envasa en viales bajo condiciones de estricta asepsia y se liofiliza para obtener las condiciones de pureza, potencia y estabilidad del producto (Casalet, CEPAL. 2001)

3.3 Capacidades Complementarias

Si bien es cierto que las capacidades científicas y de bioprocesos se describen como fundamentales, podríamos decir que entre las capacidades complementarias se encuentran aquellas de orden managerial que permiten gestionar el conocimiento, generar redes, y conocer el mercado. Sin estas capacidades organizativas sería difícil que el trabajo de la producción e investigación redundara en un buen desempeño. Estas capacidades organizacionales van desde aspectos de marketing a la generación de redes de proveedores, clientes y competidores, mismas que a la larga generan flujos de

conocimiento, se lleva a cabo el aprendizaje interactivo entre proveedores(productores de tecnología) y clientes (usuarios de tecnología) a través del intercambio que se da en una red de proveedores y usuarios.

Pero
dicho proceso se
múltiples sentidos
los usuarios de
durante este
Un
destacar del



genera en
con todos
una red
proceso.
elemento a

aprendizaje interactivo que es característico de las redes, es que estas relaciones empresariales no solo generan un nuevo conocimiento, sino que también actúan como un importante mecanismo difusor de conocimientos tecnológicos. Cuando una empresa proveedora trata de satisfacer las necesidades técnicas de sus clientes o el usuario desea conocer las características técnicas de los equipos, ambas empresas se benefician de los intercambios de información y conocimientos tecnológicos, pues las experiencias productivas derivadas del uso y la manufactura de productos y equipos permiten difundir habilidades y conocimientos. En este sentido el aprendizaje tecnológico acumulado por cada empresa circula dentro del sector industrial a través de la redes proveedor cliente (Corona y Hernández).

4.- ÁREAS PRIORITARIAS DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA EN MÉXICO

La Biotecnología es un área estratégica para el desarrollo del país, ya que México, es una región rica en recursos naturales de tipo biológico, con mayor biodiversidad, que ha diferencia del petróleo son recursos renovables y posibilitan la autosuficiencia en la elaboración de productos básicos (alimentos, medicamentos, tratamientos de contaminantes).

El carácter multidisciplinario de la biotecnología posibilita la generación de nuevos procesos y productos con una velocidad alta, impactando a varios sectores por el efecto sinérgico.

En el estudio efectuado por la UNAM a solicitud de la Secretaria de Relaciones Exteriores y el PNUD sobre : “ Prioridades de cooperación técnica en biotecnología moderna “ se identifican diversas áreas , que sin ser únicas , representan los esfuerzos más importantes de consolidación y desarrollo en biotecnología en el país. En las áreas señaladas como estratégicas figuran

1) la **agrobiotecnología** cuya finalidad es el desarrollo de una agricultura y producción pecuaria que mantenga un balance entre la productividad y la preservación del medio ambiente y que genere simultáneamente productos de alta calidad nutricional y sanitaria.

2)la **biotecnología** moderna para el subsector agrícola está subdividida en : semillas híbridas ; desarrollo de plantas transgénicas resistentes a insectos, virus y herbicidas ; Control de crecimiento y desarrollo de plantas; Desarrollo de cultivos con rendimientos incrementados; Desarrollo de cultivos con mayor calidad nutricional o con mayor valor agregado; Mejoramiento de oleaginosas; Preservación de la cantidad y calidad de granos y semillas durante el almacenamiento .

3)Biotecnología moderna para el sector salud, donde inciden los grupos de : producción de proteínas de interés terapéutico; desarrollo y producción de vacunas; desarrollo y producción de sistemas de diagnóstico; diseño, producción y métodos de administración de fármacos; biología molecular del genoma humano.

4)Biotecnología industrial integrada por las áreas : de aislamiento y modificación genética de microorganismos de interés industrial ; diseño y sobreproducción de enzimas con

propiedades especiales (ingeniería de proteínas) ; desarrollo y optimización de procesos agrupados en :

- instrumentación, simulación y control de procesos integrados , que apunta a la mejora en la síntesis de procesos y la operación de fermentadores y biorreactores.
- Desarrollo de sistemas para el cultivo de células de animales y vegetales ; Escalamiento de métodos de purificación ; enzimología y microbiología en condiciones de baja humedad-

5)Biotecnología moderna para el sector de tratamiento de la contaminación ambiental , o sea el tratamiento de efluentes y degradación de compuestos tóxicos

Las principales tendencias y sectores de impacto en la biotecnología moderna (de acuerdo con el informe UNAM) se presentan en el desarrollo de nuevos procesos , o para la optimización de los existentes , con el objetivo de generar tecnología limpia económica y técnicamente viable , que permita obtener mayores rendimientos y una utilización inteligente de los recursos naturales biológicos.

En México existe una gran tradición en la utilización de los seres vivos, ya sea como productos o sus partes para la producción de satisfactores sociales y también en cuanto a investigación de los sistemas biológicos.

5.- LA INDUSTRIA DE BIOTECNOLÓGICA NACIONAL; DESARROLLO DE UN AMBIENTE DE INVESTIGACIÓN E INTERCAMBIO.

El cambio en la trayectoria innovativa de la BT repercutió significativamente en la estructura institucional de la formación profesional y de investigación del país. Las

nuevas exigencias plantean nuevos requerimientos organizativos y formativos en los programas de estudios que enfatizan el carácter multidisciplinario que introduce nuevas áreas de formación e investigación. La naturaleza multidisciplinaria de la BT incrementada por la complejidad de los nuevos procesos tecnológicos impone una nueva demanda a la formación de recursos humanos especializados vinculada con la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios y la integración de activas redes de intercambio a nivel nacional e internacional. (Casalet, 2001)

En el análisis de la situación nacional en cuando a la capacidad científico tecnológica del país en el sector , el informe UNAM destaca lo siguiente :

-Los grupos de investigación, en el campo de la biotecnología moderna, se encuentran ubicados casi en su totalidad en universidades o centros de investigación y educación superior. Aunque los equipos no están bien consolidados, los esfuerzos son aún dispersos y hay un número reducido de proyectos multidisciplinarios y multiinstitucionales.

-En la identificación de instituciones de investigación y formación profesional se destacan doce instituciones, (universidades y centros de investigación) que realizan investigación en biología molecular y biotecnología moderna.

-Las principales instituciones son: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en particular la Facultad de Química y los Institutos de Biotecnología, Biología, Investigaciones Biomédicas y Fisiología Celular; El Instituto Politécnico Nacional (IPN) donde funciona el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) con planteles en el D.F. e Irapuato; la Universidad Autónoma Metropolitana especialmente a través de la Unidad Iztapalapa; la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas ; la

Universidad Autónoma de Chapingo y el Colegio de Posgraduados de Chapingo ; la Universidad Autónoma de Nuevo León ; El Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias .

A nivel regional se detecta la acción de varios centros de investigación y formación de alto nivel integrantes del Sistema Sep-Conacyt : como el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY) que realiza investigación científica y aplicada de carácter multidisciplinario en biotecnología, biología molecular, bioquímica, ecología , genética y fisiología vegetal con importantes contribuciones en la región (programa de Tecnología integral del cocotero y embriogénesis del café), el Centro de Investigación Científica y Educación Superior (CICESE) de Ensenada Baja California con investigaciones en oceanografía física, ecología, acuicultura que comprende las siguientes líneas de investigación : ecofisiología, nutrición, reproducción y desarrollo biología y cultivo de microalgas, biotecnología marina, genética y biología y patología de moluscos, el Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste La Paz (CIBNOR) con especialidades en biología experimental terrestre y marina e impacto climático, el Instituto de Ecología A.C. en Jalapa Veracruz (I. de E.) que cuenta con tres subsedes en Patzcuaro, Durango y la Mancha –Veracruz su especialidad es biología de las especies, poblaciones y ecosistemas con la finalidad de lograr un uso racional de los recursos naturales y de conservación de la biodiversidad , y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) ubicado en Hermosillo –Sonora con investigación y posgrados en acuicultura, nutrición , ciencia y tecnología de alimentos . (Casalet,1999)

A la actividad desarrollada por estos centros, se agrega la acción de investigación multidisciplinaria organizada a través de los Sistemas de investigación Regionales (SIRS) actualmente funcionan nueve que operan como red integrada, creados por el CONACYT

retoman los criterios de descentralización y regionalización con el objeto de reorientar las acciones de fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas del país. (Casalet,1999)

La industria de biotecnología nacional se caracteriza por la reducida magnitud de sus operaciones. La información sobre la situación de las empresas de biotecnología se encuentra dispersa, lo que dificulta identificar el número de empresas que actualmente emplean procesos biotecnológicos modernos, utilizando el análisis de caso como una vía de obtención de información sobre la situación empresarial y el desarrollo tecnológico. En el análisis realizado por la UNAM se identificaron algunas tendencias de las empresas como :

- la dependencia tecnológica casi total del extranjero, en particular referida a la infraestructura de I&D.

- las empresas de la industria de alimentos, particularmente las dedicadas a la elaboración de productos lácteos, levadura para panificación y bebidas fermentadas que utilizan procesos de fermentación o enzimáticos (biotecnologías tradicionales) son de capital nacional. Donde existe escaso apoyo para la investigación y desarrollo, y la que se realiza esta asociada al control de calidad de los productos, o al diseño de nuevos productos (con pequeñas variantes) o nuevas formulaciones.

- un grupo importante de empresas están ubicadas en la industria químico farmacéutica, entre las que predominan los productoras de antibióticos, con una fuerte presencia de empresas transnacionales. Los procesos utilizados son fermentativos o enzimáticos.

5.1 Capacidades de la Industria de BT en México

5.1.1 Capacidades Científicas

Como lo vimos anteriormente las firmas dedicadas a la BT en México son pocas, y las altamente innovadoras se encuentran ligadas fuertemente con el sistema de investigación pública y usualmente son iniciadas por científicos. (Gonsen 1998, 71)

Es importante identificar las instituciones y las compañías que poseen CTBT en México, dado que la BT no es una industria en sí misma, sino un grupo de tecnologías con diferentes efectos en el sector industrial.

5.1.2 Capacidades de Bioprocesos

En México son fundamentales dos categorías en bioprocesos:

- 1) El proceso de fermentación, tradicional o de 1a generación
- 2) El proceso moderno de fermentación de 2a generación.

1) En nuestros días la industria tradicional de bioprocesos en México, especialmente en el área de bebidas fermentadas muestra características de una industria madura. En términos de estructura industrial, los bioprocesos tradicionales en México son de naturaleza oligopólica. Las compañías grandes y modernas coexisten con un gran número de pequeñas empresas familiares. Dado el carácter maduro de estas tecnologías, las grandes firmas han ido mejorando y estandarizando su producción a través de la automatización.

2) El sector de bioprocesos modernos se encuentra asociado con la producción farmacéutica, vacunas, aditivos para los alimentos, enzimas y otros productos químicos como ácidos orgánicos, sabores y fragancias.

El impacto más fuerte de la nueva BT en las actividades industriales de Bioprocesos a nivel mundial se ha dado a partir de 1989 y en la moderna o segunda generación de BP. Lo cual ha significado un ligero impacto sobre la tradicional industria de la comida y bebidas (1a generación), Y la ausencia de producción local de la 3a generación de productos en México. (Gonsen ,1998)

5.1.2.1 Adquisición de Tecnología

Los productos farmacéuticos fermentados en México comprenden solamente antibióticos y vacunas. En contraste con un gran número de compañías en el mundo de la industria farmacéutica.

En México se han utilizado tecnologías extranjeras para la producción de antibióticos. Las compañías mexicanas usan tecnologías importadas de Japón, Italia y Dinamarca.

Cuando las compañías mexicanas tienen la oportunidad de adquirir tecnología nacional optan por la extranjera. Para estas decisiones no son tan importantes el costo o la manufactura; desde el punto de vista de los empresarios la tecnología extranjera es percibida como "segura". Lo cual impide la conformación de un mercado de proveedores locales.

5.1.3 Capacidades Complementarias

La capacidad de vincularse con las Universidades y sus Centros de investigación para usar sus tecnologías es un factor importante y una habilidad esencial. Así como la capacidad de generar redes que ayuden en la comercialización.

La agestión del conocimiento y por ende de los recursos humanos también puede ser considerada como una capacidad complementaria. En el caso mexicano es común encontrar que las empresas medianas son las que hacen uso de estas capacidades por sus requerimientos de investigación y comercialización.

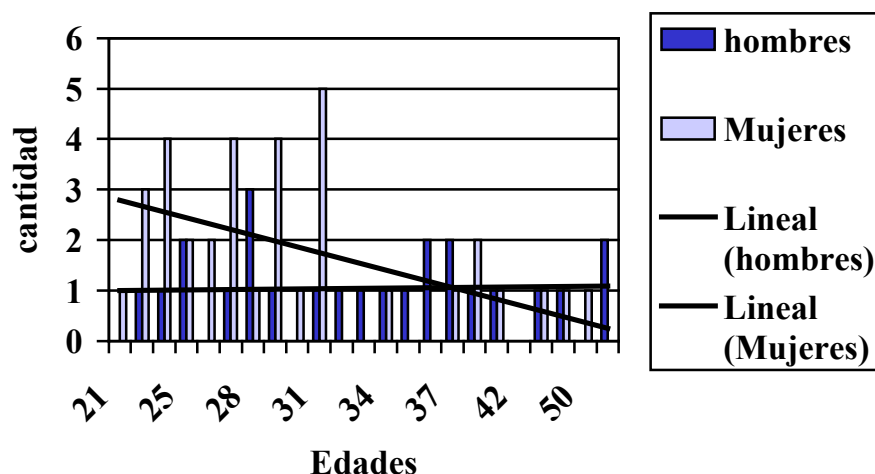
6.- UNA PERSPECTIVA MICRO : Análisis de las competencias y sinergias, el caso PROBIOMED.

El interés en presentar este estudio de caso radica en identificar las características del proceso de trabajo, y el desarrollo de las nuevas capacidades tecnológicas en las empresas cuyo desarrollo esta estrechamente vinculado con la intensidad y calidad de las redes interinstitucionales generadas en la empresa y entre esta y los centros de investigación a nivel nacional e internacional.

PROBIOMED UNA EMPRESA DE TECNOLOGÍA DE PUNTA

Probiomed es una empresa mediana de tecnología de punta en ingeniería genética y biotecnología altamente tecnificada tanto en el proceso de producción, el cual abarca procesos de fermentación, clonación, purificación y elaboración de medicamentos, como en la organización del trabajo y en el personal, que es muy especializado y joven, la mayoría con maestría y doctorado en biotecnología, bioquímica y química.

Edades del personal de Planta Probiomed



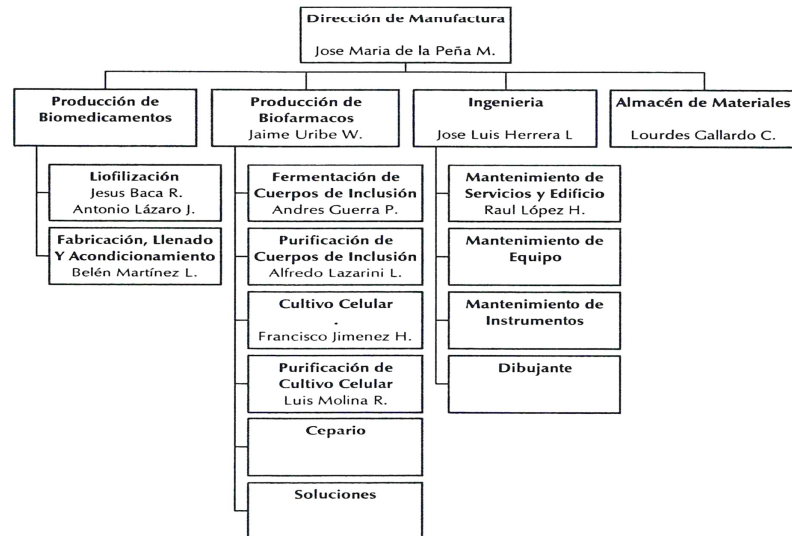
Fuente: Probiomed 2000

Probiomed pertenece al grupo PROQUIFIN dicho grupo inicia sus actividades en 1976 es el resultado de un grupo de investigadores mexicanos que producen farmaquímicos y medicamentos con un alto grado de eficiencia, desarrollan tecnología propia para fabricar heparina a partir de la mucosa intestinal de cerdo. En poco tiempo, este grupo cubre la totalidad del mercado mexicano.

En 1989 el grupo PROQUIFIN inicia en México un proyecto de investigación para desarrollar tecnología de punta en ingeniería genética y aplicar biotecnología para obtener diversas proteínas recombinantes de calidad, a lo largo de este proceso el grupo empresarial tuvo una activa interacción con institutos de investigación (especialmente el Instituto de Biotecnología de la UNAM).

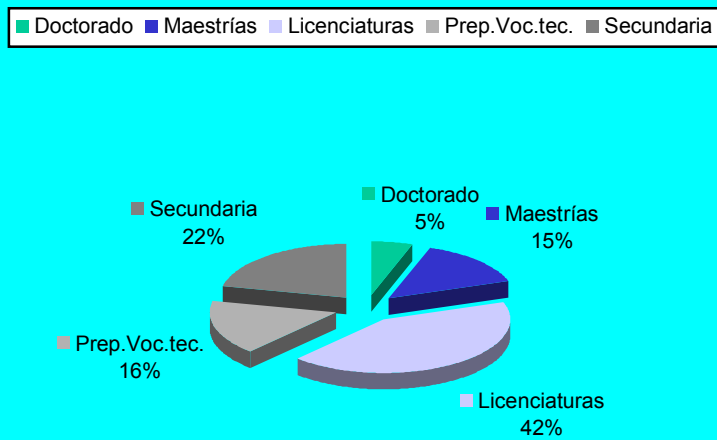
En 1995 el grupo PROQUIFIN adquiere una planta farmacéutica, que se remodela totalmente para equiparla con: equipos, instalaciones y procesos modernos para constituirse en un modelo en la producción industrial de proteínas recombinantes de la más alta calidad.

Probiomed, S. A. de C. V. Planta San Esteban Gerencia de Planta



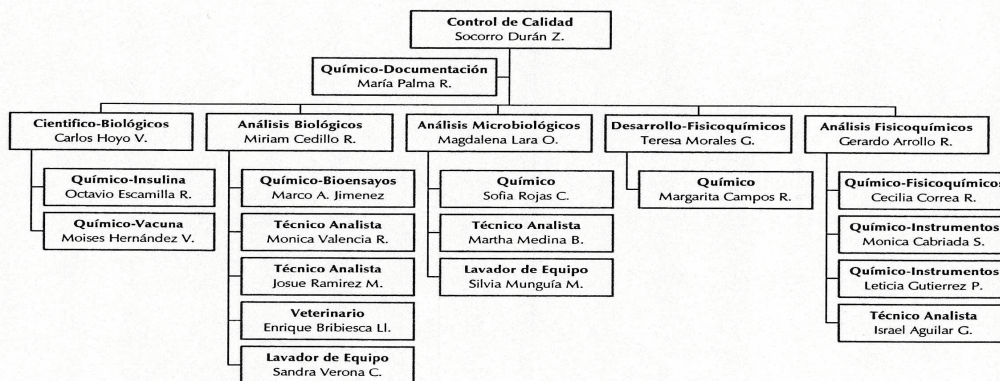
9 de octubre de 2000

Nivel de escolaridad del personal Producción de Biofármacos

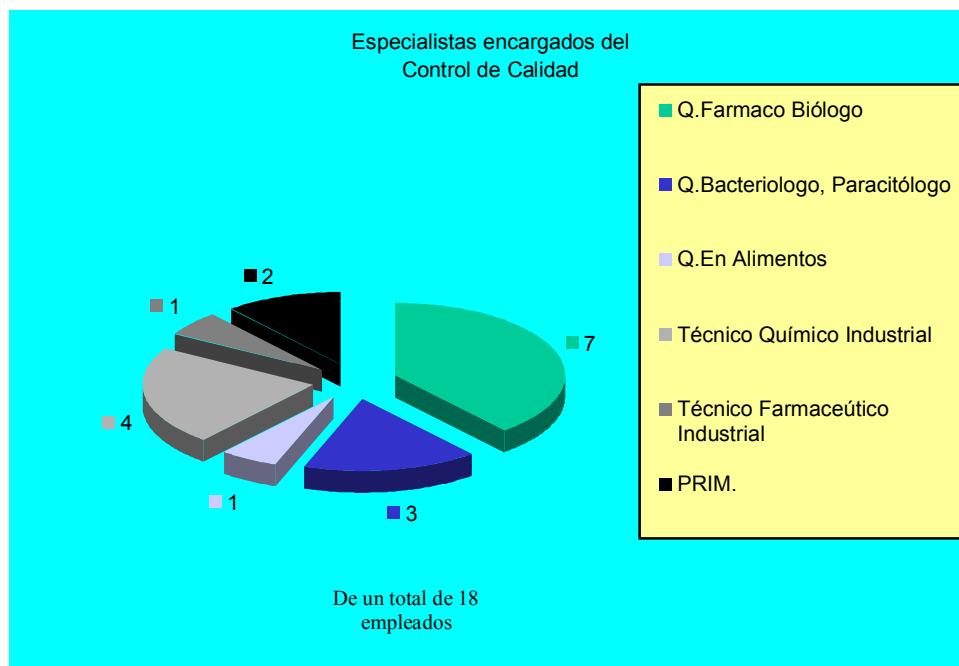


De un total de 116 empleados

Probiomed, S. A. de C. V. Planta San Esteban Control de Calidad



9 de octubre de 2000



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos
proporcionados por Probiomed. 2000

Como resultado de este esfuerzo, **PROBIOMED** ha sido ganadora del premio nacional de tecnología 1999, en la categoría de “Organización Pequeña Industria” El premio nacional de tecnología es la distinción que una empresa se hace acreedora por responder a una nueva cultura de calidad, el uso apropiado y sustentable de las tecnologías y la formación de los recursos humanos que consolida en su desarrollo. De ahí que en las razones de Probiomed para acceder al premio nacional de tecnología sean :

- ser pioneros en biotecnología en México, con la tecnología ADN
- ser fabricantes del medicamento que les da autosuficiencia del exterior.
- Por el valor agregado de la manufactura más alta de toda la industria a escala nacional.
- ser una empresa orientada hacia la investigación y el desarrollo.
- el uso y gestión de sus recursos tecnológicos.
- Por la QT de los productos que fabrica.

1.- PROCESO DE PRODUCCIÓN

La producción básica de **Probiomed** son proteínas recombinantes procedentes del ADN, constituyen productos biotecnológicos cuya evolución va del gen al medicamento. El desarrollo primario se refiere a la ingeniería genética o biología molecular que consiste en aislar el gen, donde se aplican varias técnicas, posteriormente se pasa al proceso de clonación.

1.1 Clonación

A través de la aplicación de la técnica del ADN recombinante se desarrollan clonas bacterianas que contienen plásmidos hidrizados por ingeniería genética.

En este caso clonarlo significa transferirlo a una bacteria o a un organismo que produce esa proteína. Una vez obtenida la clona o cepa, se inicia un proceso de bioingeniería donde se seleccionan los equipos, las áreas y el proceso esta en condiciones de desarrollarse a gran escala.

1.2 Fermentación

Durante el proceso de reproducción a gran escala, las clonas bacterianas son cultivadas en ausencia de antibióticos, induciendo la expresión de la proteína sin acción de agentes químicos. Así se asegura que el producto este libre de trazas de antibióticos o agentes inductores.

Una de las actividades básicas en esta fase es el diseño de fermentadoras y del equipo de purificación para asegurar el aislamiento de la proteína del resto de las proteínas de la célula.

1.3 Extracción

La proteína bacterio-sintetizada acumulada en el interior de la bacteria como cuerpo de inclusión, se extrae en forma no bio-activa. Posteriormente es plegada in vitro para recuperar su conformación tridimensional y forma nativa y bio-activa.

1.4 Purificación

Por medio de este proceso de alta eficiencia, la molécula de proteína correctamente plegada y bio-activa se purifica. El proceso de purificación excluye el uso de anticuerpos y

se base en múltiples etapas de cromatografía de alta resolución que combinan varios enfoques de separación.

1.5 Formulación

La proteína pura se filtra y mezcla con agentes estabilizadores y se envasa en viales bajo condiciones de estricta asepsia y se liofiliza para obtener las condiciones de pureza, potencia y estabilidad del producto. Finalmente cada vial es acondicionado para obtener el producto objetivo terminado: GRAMAL, URIFRON, PROQUIFERON

1.6 Control de Calidad

Cada lote de producto terminado se somete a estrictos análisis de control de calidad para asegurar pureza, esterilidad, potencia y estabilidad.

La empresa desarrolla un ciclo que implica la recepción de proyectos, transferencia de tecnología, implementación de nuevos procesos y productos, este ciclo de trabajo involucra la actividad organizativa de varios departamentos, se origina en la División Técnica y a través de juntas y documentación escrita (se ha creado un departamento que resguarda toda la información de la dirección técnica, y constituye la memoria de la empresa) se distribuye el trabajo en cada una de las áreas de la empresa, cada departamento maneja una porción específica del proceso.

La existencia de un sistema intranet facilita el acceso a la información, especialmente a los directivos y al personal de alta jerarquía.

2.- PROCESO ORGANIZATIVO BASADO EN LA CALIDAD

La firma utiliza ampliamente los círculos de calidad y reingeniería para optimizar el rendimiento del proceso de producción y organizativo, y fundamentalmente, para reorientar los recursos tangibles e intangibles que poseen.

El nivel de ventas al año alcanza a los 85.000.000 millones de pesos al año y actualmente pretende exportar a América Latina. La empresa mantiene una activa y continuada vinculación con proveedores y usuarios; con centros tecnológicos y de investigación entre los cuales se destacan: El Instituto Politécnico Nacional (IPN), La Universidad Autónoma de Morelos, **el Instituto de Biotecnología de la UNAM ubicado en Cuernavaca**; este intercambio promueve el desarrollo de formulas que permiten la revolución de nuevos productos a partir de procesos biotecnológicos. También estos intercambios sirven para mejorar y desarrollar la gestión de la calidad, la capacitación del personal, la realización de proyectos específicos, y el uso de tecnologías. El **Instituto de Biotecnología** ha jugado un papel determinante en la orientación de la investigación de la caracterización, función, manejo y utilización de proteínas y ácidos nucleicos

Los vínculos tanto formales como informales establecidos por PROBIOMED con la academia y la investigación institucionalizada contribuyen a crear una importante **masa critica de conocimientos** para resolver la complejidad de los procesos productivos y la necesidad de estar al día en los avances del conocimiento.

Este proceso interactivo con proveedores, usuarios y centros de investigación constituye un ambiente económico generador de externalidades positivas para la empresa, a través de un proceso de aprendizaje colectivo.

La empresa ha desarrollado una estrecha relación con Accesolac que es una empresa distribuidora de productos y regulación de calidad, de varios proveedores, cumple un importante papel en apoyar la instalación y entrenamiento para el manejo de nuevos equipos. A su vez la dinámica generada en este intercambio llevo a Accesolac a contratar biotecnólogos para responder adecuadamente a las necesidades y problemas específicos (reactivos químicos y medios de cultivo) planteados por Probiomed. Con otros proveedores existe también una relación continua de intercambio y cooperación en el mantenimiento, servicio y capacitación. Actualmente manejan con estos proveedores convenios de confidencialidad para desarrollar tecnología. Inicialmente tanto los proveedores como el equipo técnico provenían de Estados Unidos, en la actualidad las empresas proveedoras cuenta con personal calificado mexicano, incluso una empresa en Guadalajara ha incursionado a partir de un diseño realizado en cooperación con Probiomed en la construcción de un biorreactor, que ya se ofrece como un producto de línea.

En las entrevistas realizadas a varios investigadores de la empresa, se destaca el clima de trabajo, cooperación, la formación continua en cursos internos y en los realizados con Universidades y centros de investigación que generan un ambiente de intercambio, de aprendizaje colectivo sobre los cambios tecnológicos, de equipos en el área y en el mercado. La comunicación horizontal tanto en la firma como con el exterior constituye un elemento clave en el proceso de aprendizaje y en la creación de ventajas competitivas.

Los cursos de capacitación desarrollados en la empresa, algunos impartidos por personal de la planta versan sobre operaciones necesarias para el mantenimiento de la propia planta como limpieza, esterilización, normalización nacional e internacional,⁷

⁷ Las normas que se manejan son : NOM 059 de 1993 aplicable a buenas prácticas de fabricación de industrias dedicadas a la producción de medicamentos.

donde se rescatan aspectos técnicos buscando que la gente entienda lo que hace, por qué lo hacen y la necesidad de hacerlo de cierta forma. El grupo de técnicos en validación son químicos o biólogos que continuamente ensayan nuevas técnicas, para validar y calificar los equipos y las instalaciones

El personal dedica aproximadamente una hora diaria de capacitación, dependiendo de los programas y los niveles también asisten a cursos de administración, de calidad y algunos cursan la maestría en biotecnología industrial organizada conjuntamente con la Universidad de Morelos

3.- LA VINCULACION UNIVERSIDAD –EMPRESA COMO IMPULSO PARA LA GENERACION Y CIRCULACIÓN DEL CONOCIMIENTO

La generación y circulación del conocimiento en Probiomed se ha visto beneficiada por las fuertes interfases existentes con las universidades, los centros de investigación y una extensa red de hospitales. Aunque esta relación no está exenta de obstáculos. De acuerdo con las opiniones de un investigador de Probiomed entrevistado para este análisis, dichos obstáculos surgen con la misma concepción de las políticas de Ciencia e Tecnología que han alimentado el divorcio entre la academia y la industria, un escaso apoyo a las políticas de propiedad industrial e intelectual, consecuencia de las relaciones de poder y conflicto entre los científicos y tecnólogos, la predominancia de los primeros sobre los segundos ha

NOM 176 ,para la validación de proveedores de fármacos y materias primas destinados a la elaboración de medicamentos de uso humano.

*Buenas prácticas de manufactura de productos farmacéuticos , *Guia de productos farmacéuticos ,activos y Convención farmacéutica de inspección.

llevado a una valoración excesivamente académica de la producción científica. La naturaleza aplicada de investigaciones orientadas a resolución de problemas de desarrollo tecnológico, no son consideradas científicamente adecuadas en las evaluaciones realizadas por la academia, donde se jerarquiza las publicaciones científicas internacionales, el número de citas obtenidas y el prestigio logrado en las redes internacionales. En tanto que los investigadores vinculados con la industria quedan en inferioridad de condiciones, lo mismo que la acumulación de sus capacidades tecnológicas adquiridas en su desempeño profesional, al no se reconocidas por los criterios de evaluación académicos. Por otro lado, las empresas no tienen muy claro que pedir a un investigador, existen códigos, lenguajes y comportamientos específicos que los alejan y obstaculizan su intercambio. La profunda desvinculación existente entre las empresas y la Universidad ha consolidado la idea que la perspectiva académica era demasiado teórica, genérica y de poca utilidad para la producción.

La creciente relación de intercambio entre investigadores universitarios y de centros de investigación con la empresa privada y los sectores productivos abre un nuevo espacio para la acción y el establecimiento de relaciones asociativas para la toma de decisiones, aunque estas funciones todavía gocen de poca credibilidad en la comunidad científica tradicional.

Conclusiones

La BT considerada como una de las nuevas tecnologías es una herramienta estratégica para el país, ya que México posee una gran diversidad y riqueza en recursos naturales de tipo biológico que con el uso de la BT moderna puede aportar importantes beneficios económicos.

*Farmacopeas Mexicana, USP y Europea

La naturaleza multidisciplinaria de la BT moderna permite un rápido desarrollo de procesos nuevos e impacta en diferentes sectores. El impulso a la BT en México puede significar el desarrollo de nuevas tecnologías y productos a partir de sus recursos naturales. Lo cual colocaría al país a la vanguardia en la producción y uso de productos novedosos.

En México existe una tradición en el estudio de Recursos Naturales de plantas y animales que ha redundado en una amplia experiencia en procesos biológicos, misma que se encuentra en los diversos Centros de Investigación que existen en el país, lo cual otorga una base científica altamente calificada para el desarrollo de procesos basados en BT moderna. Pero, aunque la academia ha alcanzado un alto nivel científico y una alta especialización en BT, esto no ha repercutido en las diversas industrias donde tienen cabida los bioprocesos.

La industria de BT moderna en México se encuentra limitada a un pequeño grupo de compañías que han alcanzado un alto dominio en los procesos de fermentación. Solo algunos (como es el caso de Probiomed) han desarrollado capacidades para la asimilación y modificación de tecnologías modernas, lo cual no significa que hayan realizado el salto hacia la innovación incremental y mucho menos radical.

En suma la industria mexicana de bioprocesos se ha caracterizado por su habilidad para seleccionar, adaptar y manejar la tecnología del extranjero, pero esto no ha tenido un efecto directo en la generación de innovación.

El caso de la empresa Probiomed resulta significativo a la luz de los siguientes fenómenos, los cuales la hacen una empresa atípica.

- La apropiación de la tecnología extranjera.

- Realizando un proceso de selección y adaptación de la tecnología adecuada con miras a la generación de CTBs propias y fincadas en la investigación y preparación de sus RH.
- La creación de redes con Universidades y Centros de Investigación.
 - Las redes y vínculos tanto formales como informales con los Centros de Investigación han permitido que Probiomed desarrolle CT que han redundado en la independencia del exterior, en la calidad de sus bioprocesos que van del gen al medicamento y en el diseño conjunto de programas de maestría acordes con las necesidades de la firma. En este intercambio los proveedores se han visto obligados a desarrollar productos nuevos y competencias laborales en función de las necesidades de la empresa.
- La participación comprometida de la firma en el proceso de I&D ha sido fundamental para reconocer y diseñar tecnología, creemos que esta actitud tiene su fundamento en que los principales ejecutivos y el presidente de Probiomed son ingenieros con orientación científica.
- La construcción de Capacidades Complementarias que tienen que ver con conocimiento de mercado y con la capacidad de gestionar el conocimiento, características que pueden hacer la diferencia entre una empresa innovadora y una que no lo es.

CONCLUSIONES

El análisis de las CTBs en BT moderna en México muestran que el fenómeno de la innovación se da a partir de la interacción de factores que tienen que ver con las políticas de apoyo a la innovación, el aprovechamiento del ambiente y la gestión del conocimiento que se da a nivel de la firma.

Una de las maneras a través de las cuales el Estado influye en el desarrollo de CT es la formación de recursos humanos y de la subvención de Institutos de Investigación. En este sentido, en México se ha desarrollado investigación de muy alto nivel en las áreas involucradas en los procesos biotecnológicos; lo cual ha incidido en la conformación de un grupo de científicos altamente calificados en las diferentes disciplinas y categorías de experiencia en BT moderna.

Para un país en desarrollo como lo es México la BT es un área estratégica debido al potencial que representa para la economía, la salud y la solución de problemas naturales; para el crecimiento sustentable es necesario el desarrollo de tecnología eficiente, que no contamine, que sea competitiva y a su vez facilite la solución de problemas en diversos sectores (Bolívar). La BT se presenta como una alternativa inteligente y limpia constituyéndose como una poderosa fuente de innovación.

Por estas razones la consolidación de grupos de investigación es la plataforma fundamental para la generación de tecnología. En México, dentro de las IES y los Centros de Investigación se han constituido fuertes grupos de investigación donde se realiza casi en su totalidad la investigación en BT del país.

Aunque la academia ha alcanzado un alto nivel científico y especialización, esta no ha repercutido en las industrias donde tiene cabida los bioprocesos. Lo cual hace evidente la necesidad de vinculación y de la construcción de redes entre firmas y empresas.

El caso estudiado revela que la iniciativa de la vinculación con las IES y los Centros de Investigación surge a partir de la firma. Y que son las personas en el ámbito individual quienes generan los vínculos; ya que no existen políticas estatales que fomenten e impulsen este tipo de relaciones.

El apoyo gubernamental cumple la función de preparar RH en Ciencia y Tecnología, desarrolla Centros de Investigación y genera incentivos que buscan promover la innovación como lo son el Premio Nacional de Tecnología, obtenido por Probiomed en 1999.

Una de las metas de las políticas públicas orientadas al desarrollo de la BT debería ser el fomentar la independencia de las firmas que trabajan con bioprocesos modernos a través no solo, de buscar la adaptación de la tecnología, sino de generar innovaciones incrementales a partir del desarrollo de capacidades tecnológicas. Para tal objeto es necesaria la formulación de un plan estratégico en BT que contemple el eslabonamiento productivo y la creación de redes entre actores del sector, como herramientas para la construcción de la CT.

La industria de BT moderna en México se encuentra limitada a un pequeño grupo de compañías que han alcanzado un alto dominio en los procesos de fermentación. Solo algunos (como es el caso de Probiomed) han desarrollado capacidades para la asimilación y modificación de tecnologías modernas, lo cual no significa que hayan realizado el salto hacia la innovación radical.

En suma la industria mexicana de bioprocesos se ha caracterizado por su habilidad para seleccionar, adaptar y manejar la tecnología del extranjero, pero esto no ha tenido un efecto directo en la generación de innovación.

Los vínculos con Universidades y los Centros de investigación han redundado en la generación de competencias y cualidades al interior de Probiomed, a partir de esta vinculación se han desarrollado las capacidades científicas fundamentales, es decir el conocimiento básico expresado en competencias y las capacidades de bioprocesos para escalar a escala industrial.

Las redes de interacción e intercambio han tenido un gran impacto en la construcción de capacidades. En este caso, las relaciones con las IES repercuten principalmente en las Capacidades de Bioprocesos y las Capacidades científicas fundamentales.

Dentro de este enfoque el estudio de caso nos ha permitido contrastar la realidad con la perspectiva teórica. En este contexto histórico de difusión de la tecnología y comunicación la competitividad sistémica surge como una alternativa económica a través de la cual se genera un contexto favorable para el flujo de conocimiento entre empresas e instituciones de investigación, las redes que se conforman logran asimilar, adoptar y mejorar el conocimiento. En un proceso primero de asimilación de conocimiento a escala individual y luego organizacional que se transforma de tácito en explícito a través del cual se construye nuevo conocimiento (Nonaka); bajo la perspectiva de la construcción organizacional, las firmas no solo adaptan y asimilan tecnología, sino, también construyen conocimiento generando innovación. Esta es la trayectoria que ha seguido la empresa Probiomed; ha aprovechado el conocimiento existente en las IES y CI a tendido redes para obtener información, e interiormente ha propiciado una construcción organizacional del conocimiento. En esta trayectoria los factores que han influido son:

Factores Intraorganizacionales:

- Probiomed ha tenido la capacidad de diseminar la información captada del exterior, de manera muy parecida que como sucede con las empresas japonesas, ningún departamento o grupo de experimentos es exclusivamente responsable de la creación e nuevo conocimiento. Todos los empleado de primer orden entran al proceso, sin que esto signifique una ausencia de jerarquías. Existe una interacción dinámica entre ellos.
- Ha concedido un alto grado de importancia al factor humano como base del conocimiento organizacional. A través de la preparación y el entrenamiento así como la interacción con científicos del más alto nivel.
- Cuenta con una inversión alta en I&D lo cual la constituye en una empresa intensiva en conocimiento.
- Tiene en cuenta la Calidad como un elemento fundamental para la competitividad. Utilizando círculos de calidad y reingeniería de procesos.
- Utiliza de manera apropiada y sustentable la tecnología seleccionada, la ha asimilado y ha diseñado procedimientos propios; lo cual les ha permitido poseer el valor agregado de la manufactura mas alta de toda la industria farmacéutica a escala nacional.

Factores Interorganizacionales:

- La capacidad de generar redes a través de la vinculación con los centros de investigación, y a través de esto poder aprovechar el entorno, la masa crítica de conocimientos existentes en el campo de BT.
- La capacidad de diseñar de manera conjunta con IES proyectos de preparación de RH en Ciencia y Tecnología.
- La capacidad de generar intercambios con sus proveedores y con esto genera círculos concéntricos de conocimiento que se transforman en nuevos productos y nuevas competencias.

En suma el estudio de Probiomed arroja luces sobre la incidencia del ambiente, en este caso, de las redes con las IES y su relación en la transferencia de información y conocimiento tácito a la firma y de cómo este conocimiento se desarrolla, disemina y recicla en el interior de la organización.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Afuah, Allan.** Libro. *La dinámica de la Innovación Organizacional*. Nueva York:1997.
2. **Agrobio.** *Fundamentos de la biotecnología para todos*. México:2001
3. **Arjona, y Unger.** "Competitividad internacional y desarrollo tecnológico: la industria manufacturera mexicana frente a la apertura comercial." *Economía Mexicana Vol.V, N°2* (Mexico-CIDE), 1996, 187-220.

4. **Barba y Solís.** *La empresa sustentable en una sociedad de riesgo* en Iztapalapa N° 48. 163-182.
5. **Beck, Ulrich.** "Introducción." Chap. in *¿Qué es la Globalización? Falacias Del Globalismo, Respuestas a la Globalización.* 15-33. Barcelona: Paidós, 1997.
6. **Bolívar F; Soberón X; López-Munguía A.** *Biotechnología moderna en México; áreas estratégicas en: México. Ciencia y Tecnología en el umbral del siglo XXI.* Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México: 1994.
7. **Casas, Rosalba.** *El papel de las instituciones productoras de conocimientos en el desarrollo del Sistema Mexicano de Innovación.* en: *El Mercado de Valores* (México, D.F.), Enero 2000, págs. 40-46.
8. **Cimoli, Mario.** "Creación de redes y Sistema de Innovación: México en un Contexto Global." *El Mercado de Valores* (México, D.F.), Enero 2000., pag. 3-17.
9. **Cimoli Mario.** *The Mexican Innovation System. Recent developmen and main characteristics.* Mexico: Departament of Economics, Universitty Ca'Foscari, Venice and Visiting Professor 1997/1998, at the faculty of Economics and Management of Technological Change, Metropolitan University, Xochimilco., 1997-98. CONACYT.
10. **Casalet, Mónica.** "Descentralización y Desarrollo Económico Local en México." *Comercio Exterior*, 1999.
11. **Casalet, Mónica.** "Presentación." *Comercio Exterior* (Mexico), 1998, 605
12. **Casalet, Mónica.** "La cooperación interempresarial: una opción para la política industrial." *Comercio Exterior* (México), 1998, 8.
13. **Casalet, Mónica.** *Redes de Innovación y construcción de mercado en México* .México: Nacional Financiera,FLACSO, 1999.
14. **Casalet, Mónica.** "Los Viejo y lo Nuevo en la Estructura Institucional Del Sistema de Innovación Mexicano." *El Mercado de Valores* (México D.F.), Enero 2000, 28-39.
15. **Casalet, Mónica.** "Redes Institucionales y trayectorias personales en el desarrollo del conocimiento" Proyecto CONACYT, 2001.

16. **Casalet, Monica.** *Desarrollo de las Capacidad Innovativa de las Empresas y el papel del Ambiente en la Formación y la Consolidación de las Capacidades Tecnológicas.* Proyecto CEPAL-CHILE.. Por publicar. 2001
17. **Castells, Manuel.** *La era de la información, Economía, Sociedad y Cultura.* Vol. 1. *La sociedad en Red.*, En español. Madrid: Alianza Editorial, 1996.
18. **Corona y Hernández.** "Redes de innovadores industriales y flujos de conocimiento tecnológico en el sector de oferentes especializados." (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico), Nov.1999, 32 paginas.
19. **Fernandez, Font, Mario,** libro. *Innovación tecnológicoógica y competitividad. Un intento de divulgación de conceptos, enfoques y métodos.* Mexico: Fundación Friedrich Ebert (Oficina para el Caribe FES), 1997.
20. **Gibbons, Michael.** Reconfiguración de las Instituciones. Cap. en *La nueva producción del conocimiento.* Pomares.Corredor. Colección Educación y Conocimiento. 180. 1994.
21. **Gonsen, Ruby.** Libro. *Technological Capabilities in Developing Countries.* Gran Bretaña: Macmillan Press, 1998.
22. **Jasso, Javier Villazul.** Artículo. *Los Sistemas de Innovación como espacios regionales, sectoriales y empresariales: características y taxonomía* .Documento de trabajo, CIDE, Num. 92. México:2000.
23. **Moctezuma, Javier,** and Alejandro. Mungaray. "Subcontratación entre Maquiladoras." *Comercio Exterior* (México), Vol.48 N°4 abril 1998, 97.
24. **Nonaka, Ikujiro.** *La organización creadora de conocimiento.* New York: Oxford University Press, 1995.
25. **Rifkin, Jeremy.** "La nueva frontera del capitalismo." Chap. in *La era del acceso. La nueva revolución de la nueva economía.* Barcelona: Paidós Estado y Sociedad, 2000.
26. **Solleiro, José Luis.** Artículo "Perspectivas económicas de la biotecnología en el contexto nacional". (por publicar) 2000.
27. **Solleiro, Castañón y Almanza.** Artículo. Regulación de organismos genéticamente modificados. (por publicar) 2001.

28. **Thurrow, Lester.** Artículo. "Estado Inteligente, Población bien pagada."
Intermanager.com. español. México: 2000.
29. **Valenti G., G. Varela., G. Del Castillo.** *Human Resources an Competencies* en
Developing Innovation Systems; México in a Global Context. Págs. 138-153.
30. **Yin, Robert K.** *Case Study Research: Desing and Methods* (2a edición), Vol. 3,
CA: Sage Publishing, 1994.