



# Instituto Politécnico Nacional

---

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA  
APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA

UNIDAD QUERÉTARO

POSGRADO EN TECNOLOGÍA AVANZADA

**Definición de un Sistema de Gestión de  
Conocimiento en la Universidad Tecnológica de  
Querétaro**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN TECNOLOGÍA AVANZADA  
PRESENTA:

**JESÚS RICARDO TAPIA ARMAS**



Director de Tesis  
Dr. Adrian Luis García García

Querétaro, Qro., Febrero de 2009



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Querétaro, Qro. siendo las 12:00 horas del día 24 del mes de febrero de 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICATA-QRO. para examinar la tesis titulada:

**Definición de un Sistema de Gestión de Conocimiento en la Universidad Tecnológica de Querétaro.**

Presentada por el alumno:

**Tapia**  
Apellido paterno

**Armas**  
materno

**Jesús Ricardo**  
nombre(s)

Con registro: 

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 6 | 0 | 0 | 9 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|

aspirante de:

### MAESTRIA EN TECNOLOGÍA AVANZADA

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

#### LA COMISIÓN REVISORA

Director de tesis

\_\_\_\_\_  
**Dr. Adrián Luis García García**

\_\_\_\_\_  
**Dra. Eva González Jasso**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Jorge Adalberto Huerta Ruelas**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Iván Domínguez López**

\_\_\_\_\_  
**Dr. José Dolores Oscar Barceinas Sánchez**

#### EL PRESIDENTE DEL COLEGIO



\_\_\_\_\_  
**Dr. Joaquín Salas Rodríguez**

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN  
CIENCIA APLICADA  
Y TECNOLOGÍA AVANZADA  
UNIDAD QUERÉTARO  
DIRECCIÓN



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Querétaro, Qro., el día 2 del mes de diciembre del año 2008, el que suscribe Jesús Ricardo Tapia Armas, alumno del Programa de Maestría en Tecnología Avanzada, con número de registro A060093, adscrito al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Adrián Luis García García y cede los derechos del trabajo intitulado **“Definición de un Sistema de Gestión de Conocimiento en la Universidad Tecnológica de Querétaro”** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: Clavel 314, Col. Prados de la Capilla, Querétaro, Qro., C.P. 76176. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



Jesús Ricardo Tapia Armas

Nombre y firma

## INDICE GENERAL

|   |             |
|---|-------------|
| <b>INDICE GENERAL</b> .....   | <b>iv</b>   |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....  | <b>vi</b>   |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....  | <b>vii</b>  |
| <b>Resumen</b> .....  | <b>viii</b> |
| <b>Abstract</b> .....   | <b>ix</b>   |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>10</b>   |
| 1.1. Antecedentes.....  | 11          |
| 1.2. Objetivo.....  | 12          |
| 1.3. Justificación.....   | 12          |
| 1.4. Hipótesis.....   | 13          |
| 1.5. Metodología.....   | 13          |
| <b>2. SISTEMA DE INNOVACIÓN DE QUERÉTARO</b> .....  | <b>15</b>   |
| 2.1. Sistemas Regionales de Innovación.....   | 15          |
| 2.2. Conocimiento e innovación en México.....   | 20          |
| 2.3. Elementos del Sistema de Innovación de Querétaro (SIQ).....  | 21          |
| 2.4. La UTEQ como elemento traductor - transductor del SIQ.....   | 23          |
| 2.4.1. Origen y características del Subsistema de Universidades Tecnológicas ...  | 24          |
| 2.4.2. La UTEQ como elemento integrador.....  | 27          |
| <b>3. GESTIÓN DE CONOCIMIENTO</b> .....   | <b>33</b>   |
| 3.1. Elementos de un Sistema de Gestión del Conocimiento (SGC).....   | 34          |
| 3.2. Los Sistemas de Gestión de Conocimiento como base para la innovación<br>tecnológica.....   | 36          |
| 3.3. El SGC de la UTEQ.....   | 37          |
| <b>4. CARACTERIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE<br/>CONOCIMIENTOS POR LOS PROFESORES DEL PROGRAMA EDUCATIVO<br/>DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN</b> ..... | <b>41</b>   |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.1.      | Determinación de parámetros críticos .....                            | 41        |
| 4.2.      | Fuentes de actualización de conocimiento .....                        | 48        |
| 4.3.      | Auditoría de conocimiento orientado a la vigilancia tecnológica ..... | 49        |
| <b>5.</b> | <b>DISCUSIÓN.....</b>   | <b>54</b> |
| 5.1.      | Modelo propuesto de SGC para la UTEQ .....                            | 55        |
| 5.1.1.    | Sistema de Información y comunicaciones .....                         | 55        |
| 5.1.2.    | Red de Cuerpos Académicos .....                                       | 56        |
| 5.1.3.    | LIZARD II.....  | 59        |
| 5.1.4.    | Sistema de Vinculación .....  | 61        |
| 5.1.5.    | Cultura organizacional UTEQ .....                                     | 61        |
| 5.2.      | Grupo piloto .....  | 62        |
| 5.2.1.    | Primer paso .....   | 62        |
| 5.2.2.    | Segundo paso .....  | 63        |
| 5.2.3.    | Tareas .....  | 63        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES.....</b>  | <b>65</b> |
| <b>7.</b> | <b>RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>66</b> |
|           | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>   | <b>67</b> |
|           | <b>APÉNDICE I.....</b>  | <b>71</b> |
|           | <b>APÉNDICE II.....</b>   | <b>73</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1. Sistemas de innovación.....                                 | 19 |
| Figura 3.1. Modelo de un SGC de Serradell y Pérez. ....                 | 35 |
| Figura 4.1. Nivel académico de profesores. ....                         | 43 |
| Figura 4. 2. Antigüedad del conocimiento académico. ....                | 44 |
| Figura 4.3. Años de experiencia en la empresa. ....                     | 45 |
| Figura 4.4. Experiencia docente.....                                    | 46 |
| Figura 4.5. Experiencia en puestos directivos. ....                     | 47 |
| Figura 4.6. Antigüedad de conocimiento vs experiencia en empresas. .... | 48 |
| Figura 4.7 Calificación del SGC.....                                    | 52 |
| Figura 5.1. Modelo del SGC de la UTEQ .....                             | 55 |

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar deseo agradecer el apoyo brindado por las autoridades de la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ), en especial al M. en I. Raúl Noriega Ponce, Rector de la UTEQ, el M. en E. Héctor Julián Vázquez Ramírez, Secretario Académico de la UTEQ y el M. en C. José Felipe Aguilar Pereyra, Director del Programa Educativo de Electrónica y Automatización de la UTEQ.

Este trabajo no es resultado de un esfuerzo individual. Aunque todo lo escrito en él es totalmente mi responsabilidad, no hubiera sido posible sin la guía y aportación de conocimiento de mis profesores, en especial a los integrantes de mi comité tutorial, Dra. Eva González Jasso, Dr. Jorge Adalberto Huerta Ruelas, Dr. José Dolores Oscar Barceinas Sánchez, Dr. Iván Domínguez López, Dr. Javier Arturo Montes de Oca Valero y mi director de tesis, Dr. Adrián Luis García García, a quienes manifiesto mi mas profundo agradecimiento.

También deseo agradecer el apoyo de mis familiares, que siempre han estado a mi lado brindándome sus palabras de aliento, en especial, a mi esposa Paty y mis hijos Nayeli y Alejandro. También deseo hacer una mención especial para mi nietecita Ilse Fabiola, que energiza mi inspiración.

## Resumen

El Sistema de Innovación de Querétaro se compone de la planta productiva, asociaciones empresariales como CANACINTRA y CANACO, centros de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, instituciones de educación superior, instituciones gubernamentales como SEDESU, CONCyTEQ, SECON, y las instituciones financieras, tanto públicas como privadas. Sin embargo, la planta productiva solo considera los centros de investigación como proveedores de personal calificado, los centros de investigación generan proyectos poco vinculados con las empresas, los fondos sectoriales de apoyo a la productividad de las empresas se quedan sin aplicar y los esfuerzos del sector estatal son poco efectivos para lograr la integración de este sistema estatal de innovación. Como resultado, la generación de innovaciones y nuevas patentes se considera muy por debajo de la producción internacional, evidenciando una clara desventaja competitiva de nuestra región.

Este trabajo presenta una metodología para desarrollar un sistema de gestión de conocimiento para la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ), que facilite el flujo de conocimiento entre los centros de I+D+i y las empresas con la UTEQ como intermediaria de las transacciones de conocimiento entre estos dos actores para contribuir a la integración del Sistema de Innovación de Querétaro.

Se desarrolla una auditoría del conocimiento de los profesores del programa académico de Electrónica y Automatización de la UTEQ como grupo de estudio y se definen líneas de acción para conformar el sistema de gestión de conocimiento de la UTEQ orientado a la vigilancia tecnológica para estimular la innovación tecnológica en las empresas. Esta misma metodología se podrá aplicar a todo el subsistema de universidades tecnológicas, para aprovechar su vinculación con las empresas y contribuir del mismo modo con la integración del Sistema Nacional de Innovación.

Palabras clave: Universidades Tecnológicas, Gestión del Conocimiento y Sistemas Regionales de Innovación

## **Abstract**

The Innovation System of Queretaro is composed by companies, business associations like CANACINTRA and CANACO, Research, Development and Innovation centers, universities, state institutions like SEDESU, CONCyTEQ, SECON, and private and public financial institutions,. Nevertheless, productive enterprises consider R&D centers only as qualified personnel providers; R&D centers generate low industry related projects; state funds for enterprise productivity support are not applied and state efforts are ineffective to achieve the Innovation State System integration. As a result, innovation generation and new patent production are far under the international production, showing up a clear competitive disadvantage in our region.

This document presents a methodology to develop a knowledge management system for the Universidad Tecnológica de Queretaro (UTEQ), that can help knowledge flux among R&D centers and private and public companies with UTEQ as a connection agent in order to contribute to the Innovation System of Queretaro integration.

A knowledge audit was developed and applied to UTEQ personnel teaching in Electronics and Automation program, as a case study group and action lines were defined to improve UTEQ's knowledge management system, oriented to Technology Surveillance to stimulate the companies technological innovation generation. Same developed methodology can be applied to the whole technological universities subsystem, so their industry relation can be optimized and contribute to the National Innovation System integration.

Key words: Technological Universities, Knowledge Management and Regional Systems of Innovation.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, nuestro país ha vivido una serie de momentos económicos difíciles, con carencias, deficiencias y dependencias tecnológicas que nos han colocado en niveles de productividad muy bajos, a pesar de la gran planta productiva con la que se cuenta. El gobierno federal y los estatales han intentado superar los momentos de crisis con diferentes medidas, algunas de ellas, el impulso al sistema de ciencia y tecnología, apoyos a las empresas a través de proyectos y fondos sectoriales, mejoras en la educación y en particular a las instituciones de educación superior.

En contraste, los países desarrollados y los emergentes tienen una gran actividad productiva, en la que se encuentra como factor común la generación de patentes e innumerables productos y servicios innovadores, que de acuerdo con Porter (1990), les ofrecen ventajas competitivas. Estos países cuentan para esto, con Sistemas de Innovación, ya sea impulsados por los gobiernos o por la misma población civil.

Con base en estas experiencias, se ha tratado en México de fomentar y fortalecer Sistemas de Innovación que permitan el crecimiento tecnológico y económico de cada una de las regiones del país.

Los Sistemas de Innovación gestionan procesos donde interviene la tecnología, el mercado y la capacidad innovadora interna de las organizaciones; su materia prima es el conocimiento. Por otra parte, las organizaciones han encontrado gran apoyo en su operación cuando cuentan con un Sistema de Gestión de Conocimiento (SGC). Un SGC está destinado a la captación, creación, evolución, adaptación, mantenimiento y depuración del conocimiento colectivo de una organización para su uso compartido y aplicación, de tal forma que la información esté disponible con la persona correcta, el lugar correcto y en el momento correcto. Tiene como objetivo conservar el capital intelectual de una organización en forma de conocimiento explícito, que es todo lo que está documentado y

también convertir el conocimiento tácito en explícito. El conocimiento tácito está formado por las competencias tales como saber, saber hacer, saber ser y saber convivir.

Este trabajo pretende contribuir en la integración del sistema de innovación de Querétaro a través de canalizar el flujo de conocimiento de los centros de I+D+i hacia las empresas, aprovechando la vinculación que tiene la UTEQ con ambos sectores y la capacidad de absorción de conocimiento de sus profesores.

### **1.1. Antecedentes**

De acuerdo con el World Competitiveness Center en el periodo del año 2000 al 2005, la economía mexicana pasó del lugar 33 al 56, de un total de 60 países considerados. Ocupa los últimos lugares en relación con la infraestructura tecnológica (59) y científica (60).

La OCDE tiene sus propias cifras al respecto, no tan severas como el dato anterior, pero para los fines de este trabajo, basta con saber que la situación competitiva del país no es buena y está en desventaja en el contexto internacional, considerando en primer término a las MPYMES, que en su mayoría son las más vulnerables y que además constituyen la mayor parte del tejido industrial del país y de la región. Los esfuerzos que realice cada entidad de la federación son importantes para revertir esta situación. La contribución contemplada se basa en las afirmaciones de Michael Porter con respecto a la ventaja competitiva que ofrece la innovación que se deriva del desarrollo tecnológico como consecuencia de la generación y aplicación del conocimiento. Para no depender de la casualidad, los países avanzados o en vías de desarrollo han puesto especial interés en la creación de sistemas de innovación que organicen a los factores de la producción con participación de las empresas, el sector académico, el sector financiero, el estado y la sociedad civil.

El Estado de Querétaro cuenta con los elementos necesarios para conformar un Sistema Regional de Innovación que lo pueda llevar a posiciones competitivas mejores y alcanzar una economía más favorable.

Los elementos que integran este sistema de innovación son su planta productiva de bienes y servicios, instituciones gubernamentales, centros de I+D+i, instituciones de educación superior, bibliotecas, cámaras de industriales, cámaras de comercio y consultores. Estos elementos ofrecen tecnología, mercado y la capacidad innovadora de las empresas. Sin embargo el sistema se encuentra incipientemente integrado, de acuerdo con los estudios realizados al respecto por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCyTEQ, 2001).

## **1.2. Objetivo**

El objetivo de este trabajo es desarrollar una metodología para crear un sistema de gestión de conocimiento para la UTEQ, para que sus profesores puedan encauzar la derrama del conocimiento científico y tecnológico de los centros de I+D+i, orientado a la creación de ventajas competitivas para las MIPyMES del Sistema de Innovación de Querétaro.

## **1.3. Justificación**

Como se ha mencionado, Querétaro cuenta con los elementos de un sistema de innovación. Existen en Querétaro 56 Instituciones de Educación Superior (IES), conforme a lo indicado en el padrón de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y 9 Centros de Investigación, de acuerdo al Directorio de ADIAT 2006. Incluye Centros Públicos de Investigación CONACyT. Sin embargo, las derramas de conocimiento de los centros de I+D+i a las MIPyMES son pobres, según De Fuentes (2007). Las empresas grandes por su parte no se interesan en vincularse con los centros nacionales de generación de conocimiento según reporta el CONCyTEQ (Muñoz y Lozano, 2001), su tecnología proviene mayoritariamente del extranjero. Esta es una situación interesante si consideramos que el conocimiento científico y tecnológico es la materia prima fundamental para generar la innovación tecnológica.

#### **1.4. Hipótesis**

La Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ), es una de las instituciones de educación superior estatales más vinculadas, ya que tiene relación permanente y constante con más de 900 empresas de su área de influencia, desde empresas familiares hasta transnacionales como la fabricante canadiense de aviones Bombardier y la francesa de automóviles Peugeot. Por esta razón, la hipótesis es que “Las Universidades Tecnológicas juegan un papel fundamental en los Sistemas de Innovación Regionales, como intermediarias de las transacciones del flujo de conocimiento entre centros de I+D+i y las empresas.” Se generaliza la hipótesis a todas las UT's del país, por compartir el mismo modelo educativo, vinculado fuertemente con la industria de su área de influencia.

#### **1.5. Metodología**

La UTEQ cuenta con ocho programas educativos. Se tomó como grupo de estudio a los docentes del programa educativo de Electrónica y Automatización. La metodología de este trabajo consta de tres etapas.

La primera, es la búsqueda bibliográfica para identificar las referencias de interés. Se identificaron tres cuerpos bibliográficos para la elaboración de este trabajo: Universidades Tecnológicas, Gestión del Conocimiento y Sistemas Regionales de Innovación.

Se efectuó un análisis de la información encontrada, que llevó a la determinación de los parámetros críticos de caracterización de la capacidad de absorción de conocimiento de los profesores de la UTEQ para proponer su sistema de gestión del conocimiento.

En una segunda etapa, se desarrollaron las estrategias para obtener la información de los docentes del programa educativo de Electrónica y Automatización, el diseño de los instrumentos de adquisición de la información y su aplicación que se muestran en una serie de gráficas que permitieron medir la capacidad de absorción de conocimiento del grupo considerado de profesores, a través de la cuantificación del grado académico, la antigüedad de este

conocimiento, años de experiencia en empresa, en docencia, en puestos directivos y la correlación entre la experiencia en empresa y la antigüedad del conocimiento académico.

Finalmente, la tercera etapa integra las recomendaciones, a partir del análisis de resultados, para la implementación del Sistema de Gestión del Conocimiento de la UTEQ, de tal manera que se oriente hacia la vigilancia tecnológica como estrategia para establecer flujo de conocimiento de las fuentes de conocimiento hacia las empresas del sistema de innovación de Querétaro.

## **2. SISTEMA DE INNOVACIÓN DE QUERÉTARO**

Los sistemas de innovación han adquirido importancia debido a que la innovación otorga ventajas competitivas tanto a las empresas que las realizan, como las regiones donde se encuentran estas empresas. Este capítulo está dedicado a los sistemas de innovación y sus elementos. En este contexto, se presenta a la UTEQ como un posible agente articulador del Sistema Regional de Innovación.

### **2.1. Sistemas Regionales de Innovación**

Innovación es el proceso mediante el cual se obtienen nuevos modelos, tecnologías, metodologías, estrategias, soluciones, productos y servicios, incrementales o disruptivos que llegan a su comercialización en el mercado. Están relacionados con los procesos críticos y de alto impacto; que son diseñados a partir de necesidades detectadas y que impactan significativamente no sólo en la competitividad de las organizaciones públicas y privadas sino también en la sociedad, y especialmente en el ciudadano (García, 2007).

Escorsa y Valls (2003), realizaron una recopilación de opiniones sobre lo que es innovación tecnológica y se presentan a continuación:

Schumpeter, economista austriaco, que fue el primero en destacar la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico, definió la innovación en un sentido general. Según su criterio abarcaría los 5 casos siguientes:

1. La introducción en el mercado de un nuevo bien.
2. La introducción de un nuevo método de producción o una nueva forma de tratar comercialmente un nuevo producto.
3. La apertura de un nuevo mercado en un país.
4. La conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas o de productos semielaborados.

## 5. La implantación de una nueva estructura en el mercado.

El francés André Piatier la define como *una idea transformada en algo vendido o usado*.

El estadounidense Sherman Gee afirma que *es el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado*.

Pavón y Godman la definen como *el conjunto de actividades inscritas en un determinado período de tiempo y lugar, que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización*.

Michael Porter, dice: *La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas mediante innovaciones*.

Fraçois Chesnais manifiesta: *La actividad innovadora constituye efectivamente, con el capital humano (es decir, el trabajo calificado), uno de los principales factores que determinan las ventajas comparativas de las economías industriales avanzadas*.

Christopher Freeman insiste en que un intento de innovación fracasa cuando no consigue una posición en el mercado y/o un beneficio, aunque el producto o proceso funcione en un sentido técnico. Decir que los nuevos productos deben tener éxito (innovación), es prácticamente decir que han de ser competitivos.

El nuevo producto o proceso proporciona una utilidad social real o sentida, ya que permitirá a la sociedad lograr mejoras tales como, más comodidad o confortabilidad, mayor seguridad, ahorro de energía, mejor calidad o estética.

El manual de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) afirma que las innovaciones tecnológicas hacen referencia tanto a los productos como a los procesos, así como a las modificaciones tecnológicas que se llevan a término en ellos.

Sáenz (1999) señala que la innovación es una combinación de necesidades sociales y de demandas de mercado con los medios científicos y tecnológicos para satisfacerlas.

David Sánchez Hernández, en su conferencia *Gestión del conocimiento y papel de la Universidad en el proceso innovador* en el año 2001 plantea sobre la innovación: *viendo lo que todo el mundo ve, leyendo lo que todo el mundo lee, oyendo lo que todo el mundo oye, innovar es realizar lo que nadie ha imaginado todavía.*

En este concepto aparentemente muy sencillo están reflejados un grupo de aspectos de la innovación fuera de su uso comercial antes destacado y es el hecho de que están presente en ella elementos característicos como la capacidad de anticiparse a los cambios del entorno y encontrar nuevos atractivos para el mercado, la creatividad para encontrar soluciones originales a problemas comunes de la competencia y marcar una diferencia.

Todas estas definiciones, algunas muy simples y otras más complejas, giran alrededor de una idea central. Si contextualizamos la definición de acuerdo a la ventaja competitiva de las naciones, una innovación, además de ser algo novedoso en la originalidad de las soluciones, debe llegar hasta su comercialización exitosa. La innovación es el elemento clave que explica la competitividad. Los componentes que parecen propiciar la innovación son la tecnología, las actividades científicas diversas, las cuestiones de tipo organizativo, las consideraciones financieras y las consideraciones comerciales.

Estos componentes interactúan de forma sistemática, de manera que un sistema de innovación, es aquel que permite realizar las actividades necesarias para llegar a la innovación. Aunque existen diferentes definiciones de Sistemas de Innovación, todas ellas convergen en la idea de ser un conjunto de entidades que interactúan para el desarrollo de la ciencia y la tecnología para la innovación. Estos sistemas se han generado en el mundo globalizado por efecto de las fuerzas gubernamentales y la evolución espontánea del mercado. El sistema inglés, tiene su fundamento en el establecimiento de la investigación para la

defensa durante la mayor parte de su historia. Similarmente el sistema de Estados Unidos se ha desarrollado a partir de su interés en los asuntos de defensa. Sin embargo, los casos danés y sueco parecen provenir más de un desarrollo espontáneo por parte de la sociedad que de políticas gubernamentales (Niosi, 2000).

A continuación se muestran algunas definiciones de Sistemas Nacionales y Sistemas Regionales de innovación :

*...Red de instituciones de los sectores público y privado, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden tecnologías nuevas. (Freeman, 1987).*

*...Elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil... y están, ya sea localizadas dentro o enraizadas en las fronteras de un país. (Lundvall, 1992)*

*...Conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovador... de empresas nacionales. (Nelson y Rosenberg, 1993).*

*Un sistema nacional de innovación es el sistema de interacción de empresas públicas y privadas (grandes o pequeñas), universidades e instituciones gubernamentales que tienen como intención la producción de ciencia y tecnología dentro de las fronteras nacionales. La interacción entre estas unidades puede ser técnica, comercial, legal, social y financiera, mientras la meta de interacción sea el desarrollo, protección, financiamiento o legislación de ciencia y tecnología nuevas. (Niosi, Saviotti, Bellon, y Crow, 1993).*

*Las regiones que poseen un arsenal de organizaciones de innovación, puestas en un ambiente institucional, donde la unión sistémica y la comunicación interactiva entre los actores es normal, reciben la designación de sistemas regionales de innovación. (Cooke y Morgan, 1998, p. 71).*

La revista *madri+d* ha publicado un esquema en el que se muestran los elementos de un sistema de innovación:

1. Las empresas, agentes fundamentales en el sistema, las cuales introducen las innovaciones tecnológicas en el mercado;
2. Las Administraciones Públicas (AAPP) en sus diferentes niveles;
3. El sistema público de I+D (universidades, centros públicos de investigación);
4. Las infraestructuras de soporte a la innovación (parques tecnológicos, centros tecnológicos, incubadoras de empresas) y;
5. El entorno, constituido por un amplio conjunto de instituciones que no enfocan su actividad a la innovación, pero sin las cuáles ésta sería mucho menos eficaz (principalmente, sistema financiero a través de sociedades capital riesgo).

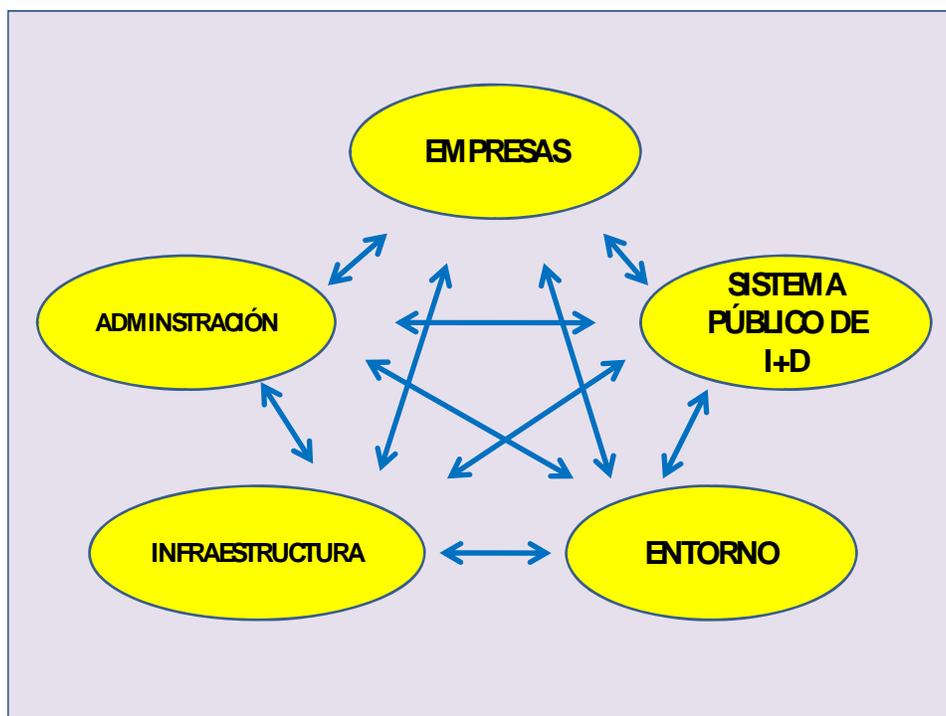


Figura 2.1. Sistemas de innovación.

Los sistemas de innovación también se pueden clasificar como industriales, educativos, locales, estatales, regionales, nacionales, etc. y su denominación depende del alcance de productos y servicios que engloba y del territorio que abarca. Así podríamos tener el sistema de innovación educativa de la UTEQ, el sistema de innovación de la industria del calzado de León, Gto. o el sistema de innovación regional de Querétaro, que tendría el objeto de promover la innovación en su planta productiva y de servicios. Para el caso de México en general y de Querétaro en particular, se tiene escasa producción de patentes e innovación tecnológica, a pesar de que aparentemente se han generado condiciones propicias para la innovación por parte del sector gubernamental.

## **2.2. Conocimiento e innovación en México**

Nuestro país ha hecho grandes esfuerzos para mantener un ritmo de crecimiento, acorde al ámbito internacional. Sin embargo, el resultado no ha sido el deseado: falta de crecimiento económico y pérdida de la competitividad. Mientras que países como China, Singapur, Corea y España han realizado fuertes inversiones en educación con estrategias industriales, adecuaciones en la legislación además de un desarrollo de la confianza y un enfoque de competir al tiempo de hacer trabajo en equipo, que les han permitido avanzar en sus economías. El rezago educativo en México es cada día más evidente.

Es reconocido que la capacidad innovadora de una sociedad, entendida en un sentido amplio, que comprende la innovación productiva, organizacional e institucional, es un factor clave en la determinación de la productividad y competitividad relativas a la economía. En el caso mexicano, el estancamiento de la productividad, así como la pérdida de competitividad sustentada sobre bases robustas, son indicativos de dificultades en relación con su capacidad tecnológica e innovadora.

En el Foro Consultivo Científico y Tecnológico de 2006, en México, se comenta que varios autores ya han avanzado en el análisis del actual Sistema Nacional de Innovación en México y coinciden en las deficiencias que lo caracterizan: los

esfuerzos de los actores involucrados se encuentran aislados y no han articulado una verdadera red de apoyo al desarrollo tecnológico; existen débiles eslabonamientos y flujos de conocimiento; falta entendimiento de las necesidades del sector productivo; hay una muy escasa colaboración entre empresas y falta de cooperación interinstitucional; la estructura está fragmentada; persisten el aislamiento, la falta de información y la duplicidad de esfuerzos. Al mismo tiempo, la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C., ADIAT, en su propuesta al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, para iniciar un Proyecto sobre Prospectiva Tecnológica de Mediano Plazo, tema ya previsto en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, PECYT 2001-2006, realiza una afirmación semejante: A pesar de eventos nacionales orientados a difundir las actividades académicas y de investigación mediante: Ferias, Congresos, Exposiciones o Simposia, aun hace falta un mayor trabajo de vinculación entre Gobierno, Empresas, Universidades y Centros de Investigación para lograr un mayor desarrollo tecnológico que beneficie al País.

De acuerdo con el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ), algunas empresas grandes del Estado de Querétaro han iniciado relaciones con universidades e institutos de investigación como proveedores de personal, entrenamiento de estudiantes y en menor grado, educación continua. Las empresas medianas y micro se encuentran en una posición difícil con respecto al proceso de innovación y en general están desconectadas de las unidades de investigación y desarrollo de tecnología. El punto mas importante de lo encontrado por el CONCYTEQ es que existe falta de confianza y una actitud de “todos contra todos” que obstaculiza al proceso de innovación (ADIAT, 2002).

### **2.3. Elementos del Sistema de Innovación de Querétaro (SIQ)**

Según el estudio realizado por Claudia de Fuentes, los principales agentes presentes en la localidad de Querétaro son: empresas mexicanas grandes; empresas transnacionales; PyMES; dependencias gubernamentales; centros públicos de investigación y desarrollo; universidades; instituciones de capacitación técnica; banca de desarrollo; y asociaciones empresariales. (De Fuentes, 2006)

En febrero de 2001, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCyTEQ) publicó el estudio *Problemática para establecer la relación Academia – Industria*. Entre las conclusiones más relevantes del documento, se destaca la falta de un mecanismo efectivo de vinculación de los centros de investigación con la micro y pequeñas empresas, ya que, de acuerdo a lo reportado, el modelo empleado en este trabajo tiene poco éxito en estos tamaños de industria. También resalta la importancia que adquiere la figura de un agente vinculador para abrir puertas.

Con base en el proceso de vinculación descrito en este estudio, se mencionan algunas causas para que la relación academia industria no se dé en los niveles deseables.

Resaltamos las siguientes:

- No existe motivación, por parte de los industriales, de hacer innovación tecnológica con el apoyo de los centros de investigación locales.
- Al director de la industria le interesan productos y procesos probados.
- Recurrir a un centro de investigación local es el último recurso tecnológico de un empresario.
- Existe falta de estímulos y reconocimiento institucional hacia los académicos que trabajan para la industria.
- El investigador quiere ganar algo, en lo personal, por su participación en un proyecto de vinculación.
- Parece clara la necesidad de que la vinculación academia - industria se dé entre personas que puedan comunicarse en un lenguaje común y que éste se pueda traducir de manera comprensible, tanto para los investigadores como para los industriales.
- Por otra parte, de la industria se detecta una reticencia a manifestar su problemática real hacia el interior de la empresa.

Una de las preocupaciones del Gobierno del Estado de Querétaro, es incrementar la competitividad de la planta productiva, desarrollando su capacidad de innovación. Para esto, ha participado activamente en la implementación de estrategias de desarrollo regional que incluyen el sistema SIDECAP , así como la creación de organismos empresariales para la articulación productiva, como InteQsoft y SIDESA.

Como complemento a esta información, Claudia De Fuentes (obra citada) comenta que el Sistema de Innovación de Querétaro, a pesar de tener los elementos necesarios para funcionar, se encuentra fragmentado . La vinculación entre empresas, IES y centros de I+D+i es pobre. El mayor flujo de conocimiento se da dentro del sector industrial, entre las empresas grandes y las PyMES. Para completar esta descripción, los empresarios de las PyMES tienen un nivel general de conocimientos bajo, principalmente en cuestiones financieras y administrativas.

Otra problemática adicional que se menciona es el poco interés del investigador en proyectos vinculados, poco interés del docente en actualizarse. El conocimiento de la problemática del industrial por parte del investigador y el docente es bajo, igual que el nivel de experiencia industrial.

#### **2.4. La UTEQ como elemento traductor - transductor del SIQ**

La acción de traducción trata de mantener un mismo significado, sentido o función al sustituir un significante que corresponde a un cierto lenguaje o sistema, por otro significante correspondiente a otro sistema. Si la sustitución es bien realizada, la operación de traducción permite mantener el sentido o función originales. El concepto de transducción es el de un proceso auto organizado de alteración de sentido que aparece cuando un elemento, idea, concepto, mecanismo o herramienta heurística es trasladado de un contexto sistémico a otro (Dagnino y Gomes, 2003).

De acuerdo a estos conceptos, la UTEQ es una institución que puede realizar la traducción y transducción de conocimiento de los centros de I+D+i para contextualizarlos a la realidad de las empresas, aprovechando el contacto que

tienen los profesores con investigadores de los centros de I+D+i de su área de influencia y con los industriales con los que está vinculada la UTEQ.

#### **2.4.1. Origen y características del Subsistema de Universidades Tecnológicas**

En 1990 se suscribió un convenio de vinculación entre la SEP y el sector privado de bienes y servicios, con objeto de impulsar acciones concretas de los sectores productivo y educativo. En el mismo año, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) aprobó el documento “Consolidación y Desarrollo del Sistema Nacional de Educación Superior”, donde se estableció el compromiso de efectuar evaluaciones permanentes, tanto internas como externas de cada institución.

Derivado del primer ejercicio de evaluación externa, realizado por el Consejo Internacional para el Desarrollo Educativo (International Council for Educational Development, ICED), se encontró que sería conveniente incorporar la modalidad de educación superior de los IUT<sup>1</sup> franceses al Sistema Educativo Mexicano.

Con estos antecedentes surgen las Universidades Tecnológicas (UTs) en 1991, como instituciones descentralizadas de los gobiernos estatales. Las primeras tres tuvieron sus sedes en Ciudad Netzahualcoyotl, en el Estado de México, otra en la Ciudad de Aguascalientes, Aguascalientes y la tercera en las cercanías de la Ciudad de Tula, Hidalgo. La Universidad Tecnológica de Querétaro surge en 1994, como parte de la segunda generación de Universidades Tecnológicas junto con las Universidades Tecnológicas de Fidel Velázquez, Norte de Guanajuato y Puebla, en los estados de México, Guanajuato y Puebla, respectivamente.

De acuerdo a la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) de la UNESCO, aplicado al sistema educativo mexicano, el modelo educativo del

---

<sup>1</sup> Institut Universitaire de Technologie (Instituto Universitario de Tecnología).

Subsistema de Universidades Tecnológicas (SUT) corresponde al nivel 5B (UNESCO, 1997). Presenta las siguientes características:

- *Educación Superior de dos años después de bachillerato.*
- *Orientado hacia la práctica.*
- *Facilita el acceso a una profesión.*

Vale la pena destacar que las UTs están orientadas al *desarrollo regional*, de tal manera que a su función educativa, se añade un elemento de promoción para el progreso social de sus regiones de influencia.

La pertinencia de sus programas educativos es una fortaleza que permite que los planes y programas de estudios estén en relación con las *necesidades reales* de la planta productiva, a través de una fuerte vinculación con este sector.

La vinculación tiene, entre otras funciones, las de:

- Afinar la concordancia de los programas y métodos educativos con las capacidades que las empresas requieren de sus profesionales y técnicos.
- *Prever conjuntamente la posible evolución de las necesidades de las empresas y de los estudiantes.*
- Intercambiar conocimientos y avances técnicos entre la Universidad y las empresas.
- ***Prever las implicaciones de aquellos avances para el futuro de las empresas y de las universidades, e idear conjuntamente, modos de enfrentar de manera oportuna los cambios previsibles.***
- Desarrollar conjuntamente criterios y métodos para evaluar conocimientos y habilidades relevantes para fines laborales y sociales.
- Atenuar el desconcierto de los egresados, al pasar bruscamente de la escuela al trabajo.

- Atender, con el costo mínimo, las necesidades de actualización y educación continua de los cuadros profesionales y técnicos de las empresas y de los académicos de las universidades.

Para cumplir con las funciones anteriores, el personal académico debe cumplir con el siguiente perfil:

- Tener un dominio total del modelo educativo.
- Experiencia laboral.
- Contar con la formación profesional adecuada a las materias que imparte.
- Procurar el desarrollo de las facultades, capacidades y habilidades del educando.
- Los profesores de asignatura deben estar trabajando en la empresa en áreas afines a la materia que imparten.

Este perfil orientado a la experiencia práctica les permitirá a su vez cumplir con las siguientes funciones docentes:

- Fomentar en el educando la responsabilidad, iniciativa, conciencia de servicio, espíritu de autocrítica y hábitos de reflexión sobre valores.
- Fomentar el autoaprendizaje a través de la participación en clase, hábitos de investigación y trabajo en equipo.
- Utilizar material didáctico aplicable en el ejercicio profesional.
- Hacer una evaluación continua del estudiante.
- Sujetarse al sistema de evaluación de la Universidad.

Estas características en conjunto, deben apoyar los servicios que ofrecen las UTs, tales como la asistencia técnica y la transferencia y asimilación de tecnología.

#### **2.4.2. La UTEQ como elemento integrador**

Hablando de innovación, el modelo de la UTEQ fue una innovación importante en el sistema de educación superior del Estado de Querétaro.

La UTEQ, al igual que el SUT, surge de la necesidad de proveer de profesionistas de alto nivel para satisfacer las necesidades de la industria local, como respuesta a la observación de que los egresados de educación superior no cumplen con las expectativas de formación en el recién ingreso a la planta laboral. Tradicionalmente han requerido de un periodo largo de entrenamiento y capacitación, porque “no saben trabajar”.

La UTEQ surge en 1994, por voluntad del gobierno estatal y el apoyo del gobierno federal. El 9 de junio de 1994 se publicó en “La Sombra de Arteaga”, periódico oficial del gobierno del Estado de Querétaro, la Ley Orgánica de la Universidad Tecnológica de Querétaro, que en el capítulo I, Naturaleza y objeto, artículo 1, señala “...se crea la Universidad Tecnológica de Querétaro como organismo público descentralizado del Estado de Querétaro con personalidad jurídica y patrimonio público. En su artículo 2 expresa: La Universidad en cuestión se constituye como miembro del conjunto nacional de Universidades Tecnológicas y por tanto adopta su modelo educativo”; y en artículo 5 dice: “La Universidad con la finalidad de realizar su objeto deberá: I. Impartir educación para la formación de Técnicos Superiores vinculados estrictamente con las necesidades de la comunidad...”

Así, una vez realizados los estudios de factibilidad y de pertinencia, inicia la UTEQ sus cursos con instalaciones prestadas en septiembre de 1994. Se ofrecieron cuatro programas educativos: Mantenimiento Industrial, Procesos de Producción, Administración y Comercialización. En 1995, se realizaron nuevos estudios de factibilidad y pertinencia y surge en 1996 el programa educativo de Electrónica y Automatización. Con la misma mecánica y respondiendo al crecimiento de la población estudiantil se ofrece en 1997 el programa educativo de Telemática (que a partir de 2006 cambió a Tecnologías de la Información y Comunicaciones Área Redes). El año 2000 marca el arranque del programa educativo de Tecnología Ambiental, como respuesta al deterioro que ha producido el avance de la

civilización en el medio ambiente. Derivado del convenio de colaboración entre la UTEQ y la empresa francesa PEUGEOT, se ofrece el programa educativo más reciente en el año de 2004: Servicios Postventa Área Automotriz.

Con más de 5000 egresados, la UTEQ ha insertado profesionistas pertinentes a las actividades demandadas por los empresarios con opiniones favorables en más del 90% de los encuestados. Esto nos indica que el modelo educativo está cumpliendo apropiadamente con lo que la sociedad le ha pedido.

Este modelo tiene varios atributos. El primero de ellos es la pertinencia; el segundo es la intensidad; el tercero es la flexibilidad, el cuarto la polivalencia y el más reciente la continuidad.

La pertinencia se refiere a la congruencia entre el perfil del egresado y las necesidades del sector productivo. Como un mecanismo para mantener la pertinencia de los planes y programas de estudio, se integran las comisiones de pertinencia formadas por empresarios, académicos y egresados, que sesionan al menos tres veces por año. Las observaciones de mejora se llevan a las Comisiones Nacionales de Programas Educativos, donde se discuten y aprueban las propuestas de modificaciones a los programas y planes de estudio, que finalmente se hacen llegar a la Coordinación General de Universidades Tecnológicas para su aprobación final, con el consenso de empresarios y oficialización para su impartición en todo el SUT. Inicialmente los programas se renovaban completamente cada dos años. En la actualidad se considera su renovación cada tres años por razones prácticas.

La intensidad tiene el objeto de entregar a la sociedad, profesionistas de nivel superior con contenidos que cubren 3150 horas en un lapso de dos años. Como referencia, la formación de licenciatura requiere de entre 4000 y 4500 horas de formación en un periodo de nueve semestres a cinco años. Para la realidad socioeconómica de nuestro país, este atributo es de gran beneficio, ya que los gastos de los estudiantes se reducen en más del 60% en sus gastos de manutención y pueden ingresar al sector laboral rápidamente y mejorar las condiciones económicas de sus familias. Los programas del plan de estudios

están organizados por cuatrimestres, reduciendo al máximo los tiempos muertos entre curso y curso.

La flexibilidad es un atributo necesario debido a que las disciplinas del conocimiento tienen los mismos principios y técnicas pero su aplicación depende de las condiciones particulares de la planta productiva. Por citar un ejemplo, el entorno de la UT de Tula Tepeji está dominado por la industria cementera y la refinería de PEMEX, mientras que en el área de influencia de la UTEQ, la industria más representativa es la metal-mecánica. Por esta razón, los programas mantienen un 20% de flexibilidad, permitiendo ajustar los planes y programas de estudio, en función de las necesidades del entorno.

La polivalencia permite a los egresados trabajar en una gama amplia de ramas productivas de bienes y servicios, con un alto nivel de desempeño. Pueden prestar sus servicios en empresas grandes, medianas, pequeñas y micros, de cualquier sector. Los egresados que lo desean, son preparados para generar su propia empresa, con apoyo del servicio de incubación de empresas que presta la Secretaría de Vinculación de la UTEQ.

La continuidad se ha dado para dar respuesta a la solicitud de los egresados interesados en complementar su formación con más teoría y para obtener el grado de licenciatura. Dado que la misión de las UTs es la de formar TSUs, esta inquietud se ha resuelto por medio de convenios de revalidación de asignaturas en otras instituciones de educación superior con programas de licenciatura afines a las profesiones obtenidas en la UTEQ. El alcance de estas gestiones ha llegado a Francia, donde el grado académico de TSU obtenido en México es totalmente reconocido y los egresados tienen la opción de hacer estudios de licencia profesional en alguna universidad francesa sin necesidad de ningún tipo de revalidación.

Otra característica del modelo educativo son sus ejes rectores: proceso enseñanza aprendizaje y las características del conocimiento.

A diferencia de los cursos tradicionales de licenciatura, el modelo tiene énfasis en la práctica profesional en la empresa, por lo que los contenidos en el proceso

enseñanza aprendizaje manejan un 70% de práctica y 30% de teoría. El enfoque de las prácticas es hacia la generación del conocimiento y no a la corroboración de la teoría. Esto ha sido respaldado por el sector industrial, que a través de las comisiones de pertinencia establecen lo que el profesionista requiere para la aplicación de este conocimiento en la empresa. Este atributo implica que el profesorado debe contar con experiencia laboral en la industria, ya que nadie puede enseñar lo que no sabe, además de contar con la formación académica apropiada con grado de licenciatura y preferentemente de maestría en alguna rama relacionada con los cursos que imparte.

Las características del conocimiento impartido en las UTs tiene bases en el ambiente empresarial. Es por esto que hay un grupo de asignaturas que son comunes a todos los programas educativos, tales como informática, idioma extranjero, calidad, formación sociocultural, expresión oral y escrita, además de matemáticas, física y química. Esto les permite prestar sus servicios en cualquier parte del país. Otras asignaturas darán el perfil de especialización requerida en las diversas áreas de la empresa, de acuerdo a la región, con un 20% de conocimientos específicos. Cabe mencionar que las asignaturas en común se enfocan de acuerdo al programa académico que cursa el estudiante.

Los atributos del modelo y sus ejes rectores van enmarcados con la vinculación. Se busca en todos los programas educativos que las conferencias, prácticas y visitas estén enfocadas al ambiente industrial. Se ha pedido a los profesionistas de las empresas vinculadas que impartan conferencias sobre el ejercicio profesional cotidiano en la empresa. Las horas de asignatura se deben enfocar a profesionistas de las empresas que tengan interés por compartir sus conocimientos. Las visitas industriales no son un tour por las instalaciones de la empresa, sino una oportunidad de observar algún proceso específico relacionado con las asignaturas que se están cursando. Otra parte de la vinculación se realiza cuando los profesores buscan espacios para que los estudiantes realicen sus estadías en el sexto cuatrimestre. En este evento, se tiene la gran oportunidad de interactuar muy cercanamente con la planta productiva de la región y es aquí

donde toma relevancia para el presente trabajo la relación ganada durante estos 12 años de existencia de la UTEQ.

Como resultado de esta cercanía con los profesionistas de las empresas, en el año 2008, la UTEQ está vinculada con aproximadamente 900 empresas. Egresa alrededor de 1000 Técnicos Superiores Universitarios al año, de los que un 70% u 80% se insertan a la planta productiva dentro de los primeros 6 meses en micro, pequeñas, medianas y grandes empresas. El impacto se observa claramente en las micro y pequeñas empresas, ya que la mayoría no cuenta con los conocimientos básicos para absorber el conocimiento especializado que requieren sus clientes de las grandes empresas, como lo menciona Claudia de Fuentes en su tesis doctoral (obra citada), debido al bajo nivel de preparación de muchos de los microempresarios. Este punto es relevante si consideramos la cantidad de egresados que se han insertado y mayor aún si consideramos los que se insertarán a futuro con un nuevo enfoque de innovación y contacto con los centros generadores de conocimiento de tecnología avanzada e investigación. Para este punto, el transductor es el profesor que está en contacto permanente con las empresas, los estudiantes y los centros de I+D+i.

Los profesores son los que han iniciado flujos de conocimiento de la UTEQ hacia las empresas en su actividad de apoyo a las estadías de estudiantes y también en menor intensidad por medio de estadías tecnológicas. Las estadías tecnológicas al igual que las estadías de estudiantes, se realizan por un cuatrimestre, donde el profesor permanece comisionado de tiempo completo en alguna empresa, para la ejecución de algún proyecto de beneficio para la empresa y para la universidad. Esta estadía tecnológica cumple con el objetivo de mantener a los profesores actualizados en la realidad de las empresas y llevar las técnicas que las empresas están utilizando al aula. De esta manera los estudiantes también reciben conocimiento fresco de la planta productiva. Ha faltado la actualización masiva desde el punto de vista académico a través de cursos en temas de ciencia y tecnología avanzada, diplomados, especialidades y cursos de posgrado. La ventaja de esta actividad será que los profesores pueden canalizar los flujos de conocimiento de los centros de I+D+i a las empresas, iniciando otra vertiente de

integración del Sistema de Innovación de Querétaro de manera significativa, ya que la UTEQ cuenta con una planta docente de 111 profesores de tiempo completo, la mayoría de ellos con experiencia industrial (Noriega, 2007). El flujo de conocimiento de la UTEQ a la empresa se lleva por dos agentes: el estudiante en estadía y el profesor. Los estudiantes lo aplicarán al egreso. Los profesores, en los cursos externos y los servicios tecnológicos que solicita la industria a la UTEQ.

### **3. GESTIÓN DE CONOCIMIENTO**

El propósito de este capítulo es definir el concepto de gestión del conocimiento y la forma en que puede proveer la materia prima, que es el conocimiento, para la integración del sistema de innovación de Querétaro, con la UTEQ como intermediaria de las transacciones de conocimiento entre las empresas y los centros de I+D+i.

Conocimiento es información en contexto, que nos lleva al entendimiento y a la acción. Un Sistema de Gestión de Conocimiento (SGC) está destinado a la captación, creación, evolución, adaptación, mantenimiento y depuración del conocimiento colectivo de una organización para su uso compartido y aplicación, de tal forma que sea pertinente, es decir, que la información esté disponible con la persona correcta, el lugar correcto y en el momento correcto. Tiene como objetivo conservar el capital intelectual de una organización, en forma de conocimiento explícito (todo lo que está documentado) y también convertir el conocimiento tácito en explícito (Rumizen, 2002). El conocimiento tácito está formado por las competencias de saber, saber hacer, saber ser y saber convivir.

Gestión del conocimiento es el proceso sistemático por medio del cual el conocimiento que requiere una organización para ser exitosa es creado, capturado, compartido y potenciado.

Los sistemas de gestión de conocimiento no son nuevos. De hecho hay en el mundo empresas exitosas que están operando un SGC y coinciden que el beneficio económico y organizacional es indiscutible. Algunas empresas que han acogido exitosamente un sistema de gestión de conocimiento son Intel, Siemens, IBM, Johnson & Johnson, Motorola, British Petroleum, Ford Motor Company y Xerox, entre otros.

Uno de los casos mas documentados es el de British Petroleum (Collison y Parcel, 2001), donde las primeras acciones redujeron costos en el orden de miles de

dólares y un substancial incremento en la productividad por eliminar duplicidad de esfuerzos y compartir experiencias.

### **3.1. Elementos de un Sistema de Gestión del Conocimiento (SGC)**

Los Sistemas de Gestión de Conocimiento (SGC), dadas sus características, evitan la duplicidad de esfuerzos en proyectos que alguien más está realizando o que ya está hecho. También pueden hacer contacto con alguien dentro de la organización que sepa o tenga experiencia sobre algún tema que le permita avanzar mejor con sus proyectos. En 1995, Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi describieron el proceso de creación del conocimiento, en el que se requieren cinco pilares fundamentales. Este concepto lo retoman Serradell y Pérez (2003) para proponer su modelo (ver figura 3.1). Estos módulos son:

**Sistema de información resumido**, que permita la obtención de información significativa procedente de fuentes externas como Internet, bases de datos, fuentes estadísticas, etc. y de fuentes internas como una intranet.

**Red de colaboración** para la comunicación e intercambio de ideas y experiencias entre los miembros de la organización. En esta red se expone el conocimiento tácito.

**Espacio de conocimiento** que sirva como repositorio de documentos y archivos, que pueda consultarse fácilmente por cualquier miembro de la organización.

**Sistema de Gestión de la Relación con los Clientes** o CRM por sus siglas en inglés para mantener la interacción con los clientes y proporcionar conocimiento sobre las necesidades y demandas de cada uno de ellos.

**Cultura organizativa**, que fomenta el intercambio de conocimiento y una adecuada formación continua, según las necesidades de conocimiento que tiene la organización para ofrecer tecnología y nuevo conocimiento técnico que apoye a las empresas que tiene vinculadas hacia la innovación.

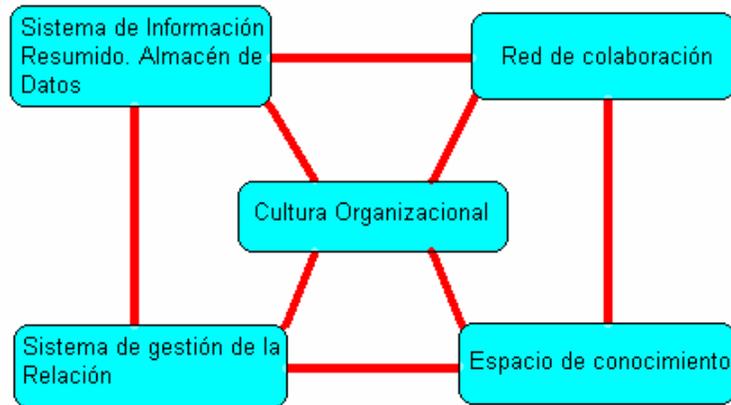


Figura 3.1. Modelo de un SGC de Serradell y Pérez.

Para iniciar un SGC se requiere de ejecutar acciones en tres fases.

La primera fase es la cimentación, que está constituida por:

1. creación de comunidades de práctica o aprendizaje,
2. la recopilación de lecciones aprendidas de proyectos realizados y
3. mapeo de conocimiento

Las Comunidades de Práctica o aprendizaje aplican y crean lo que llamamos Mejores Prácticas, que son aquellas que han producido resultados sobresalientes en otra situación y que pueden adaptarse a la nueva situación. La organización debe identificarlas, ya que las mejores prácticas en una empresa pudieran no ser las mejores en otro contexto. Las Comunidades de Práctica permiten que personas con mentalidades similares interactúen y trabajen para la generación y colaboración en iniciativas de conocimiento y aprendizaje en una variedad de formas, a través de un número de funciones superpuestas. Etienne Wenger, en su libro “Cultivando Comunidades de Práctica” define a las comunidades de práctica como “...grupos de gente que comparte una preocupación, un grupo de problemas, una pasión acerca de un tema, y que profundiza su conocimiento y su habilidad mediante la interacción en una base real” (Wenger, Dermott y Snyder, 2002).

La segunda fase se basa en la creación del ambiente para cumplir físicamente con las funciones del SGC. Se requiere que los miembros de la organización tengan el deseo de compartir sus experiencias de proyectos realizados que permitan aprender de esas experiencias para que sirvan de base en la generación de nuevo conocimiento.

La tercera fase es permear el ambiente. La meta de esta fase es la creación y apalancamiento de conocimiento de impacto, además de sostener el programa. Una parte crítica de esta fase es mantener el entusiasmo del equipo de Gestión de Conocimiento para que evolucione y alcance las necesidades cambiantes de la empresa.

### **3.2. Los Sistemas de Gestión de Conocimiento como base para la innovación tecnológica**

Se ha mencionado en este documento que la base de la innovación es el conocimiento. Aunque es verdad que en innumerables ocasiones la innovación se ha presentado como un hecho de la casualidad, en la actualidad los países desarrollados han mantenido su economía fuerte debido a que su planta productiva ha cambiado su estrategia de manufactura hacia los bienes de alto contenido tecnológico y lo demás se maquila en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Estos bienes de alto contenido tecnológico ofrecen al mercado un sinnúmero de productos innovadores en todos los segmentos de la industria, tanto para el consumidor como para las empresas.

Los industriales de muchos países desarrollados han delineado estrategias para compartir información que les den ventajas competitivas en su ámbito de mercado. Este es el caso de los Clusters, en los que se congregan empresarios que tienen algo en común y a través de estos Clusters gestionan su conocimiento.

Ahora es muy claro que el bien mas importante de las organizaciones es el capital intelectual, y este lo portan los miembros que las conforman. Anteriormente, los factores de la producción eran el terreno, la maquinaria y equipo. En la actualidad, los bienes físicos pasan a un segundo término y abren paso al conocimiento, y

este lo portan las personas. A través de los sistemas de gestión del conocimiento se ha logrado organizar este conocimiento para reducir su volatilidad y conservarlo para bien de la organización. Un beneficio asociado a su conservación es que se han creado organizaciones que aprenden. Este es el fenómeno que ha potenciado la generación de nuevo conocimiento, que es la base para la innovación tecnológica. No solo se han generado empresas que aprenden, también hay regiones que aprenden y países que aprenden. Las empresas innovadoras han logrado conjuntar su experiencia empresarial con el conocimiento de frontera emanado de los centros de I+D+i. Una sociedad que desea ser competitiva debe convertirse en una sociedad que aprende, abierta al intercambio constante de conocimiento, tanto al interior como con sus socios o agremiados.

### **3.3. El SGC de la UTEQ**

Cuando inició operaciones la UTEQ en 1994, los cuatro programas académicos que se abrieron tuvieron lineamientos generales para ofrecer sus servicios académicos a la sociedad. Sin embargo fue en el año 2000, a raíz de la instauración del sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9000 que por primera vez todos los programas académicos funcionaran bajo los mismos criterios, formatos y metodología. Se aplicó un solo manual de calidad para toda la comunidad académica y de aquí se derivaron los procedimientos e instrucciones de trabajo comunes a todas las actividades académicas.

En su versión inicial, toda la documentación fue en papel y el llenado de formatos requería de vaciar información que en muchas ocasiones debía de repetirse, elevando el consumo de papel y de tiempo. Conforme fue evolucionando el sistema, se redujo la cantidad de formatos e información redundante, además de que se incorporó el uso intensivo de equipo de cómputo y software dedicado a manejar bases de datos.

Así se inició el sistema de gestión académica de la UTEQ, conocido al interior como Lizard. Este sistema maneja bases de datos con información académica en donde los profesores realizan su planeación académica con base a acuerdos de

academia que también se encuentran registrados en el mismo sistema. Se definen fechas para los avances de asignaturas; fechas, número y criterios de evaluación (calificaciones parciales, ordinarias, extraordinarias y de última asignatura, además de promedios); se programan conferencias, visitas y prácticas.

El mismo sistema proporciona los programas de cada una de las asignaturas, en donde se encuentran los temas, objetivos de aprendizaje, tanto por unidad como por tema, separado en saber y saber hacer.

Al final de cada evaluación, también se pueden cargar las calificaciones. Esto tiene la ventaja que los profesores que llevan la labor de tutoría de los estudiantes pueden consultar la información de calificaciones de sus tutorados y tomar medidas oportunas tendientes a la reducción de la reprobación y deserción. Al final del ciclo, Lizard proporciona los concentrados de calificaciones, tanto en conjunto como por asignatura. A través de este medio, los profesores comparten la información de los alumnos, de tal forma que el tutor de cada grupo sabe del rendimiento de cada uno de sus estudiantes tutorados, en cada una de las asignaturas, el director del programa académico conoce los avances de todos sus grupos, al igual que el secretario académico conoce el de todos los programas educativos. Esta información está disponible para todo el personal académico, hasta el ámbito de su competencia.

Los tutores académicos dan seguimiento a los estudiantes en este sistema. Se cuenta con una base de datos que resulta de la aplicación de un cuestionario a los estudiantes de nuevo ingreso con objeto de detectar alumnos vulnerables y tomar medidas para reducir su vulnerabilidad, desde el punto de vista académico, económico o personal.

Esta información está disponible para los profesores y autoridades académicas de la institución.

El sistema actual incluye información profesional de los profesores: título profesional, institución de egreso y programa académico de adscripción. También se puede encontrar información de empresas: nombre, dirección, giro, productos, información de importación y exportación, número de empleados; nombres,

puestos, teléfonos y correos electrónicos de los contactos dentro de las empresas (esto incluye a investigadores de algunos centros de I+D). El resultado de contar con esta información es facilitar al profesor la programación de visitas industriales y la toma de decisiones para la obtención de espacios de estadías para los estudiantes del sexto cuatrimestre.

Para finalizar el ciclo, también se cuenta con la información del proyecto de estadía que realizan los estudiantes en una empresa durante su último cuatrimestre (6º). Así, los asesores académicos de los estudiantes pueden dar seguimiento desde que inicia la estadía hasta la titulación de los estudiantes.

Lizard ha sido un sistema de gran utilidad para mejor operación del sistema de gestión de calidad de la UTEQ, aumentando enormemente la eficiencia del cuerpo docente.

Por otra parte, la Secretaría Académica se encarga también del apoyo administrativo de la actividad docente además del programa anual de capacitación que se opera en conjunto con el departamento de Recursos Humanos.

Lo anterior nos muestra que ya se cuenta con un sistema que permite conservar una parte del conocimiento colectivo de la institución. De alguna manera se ha desarrollado una cultura de compartir información y de mantener un sistema actualizado que permite aprender y realizar actividades de mejora continua para el trabajo docente.

En contraste con la información académica, la información de servicios tecnológicos a empresas no es fácil de consultar y no se encuentra sistematizado al mismo grado que la información académica. La interacción con las empresas es mayor en las estancias de los estudiantes. En segundo plano están los eventos de capacitación y finalmente los servicios tecnológicos. No se ha sistematizado este grupo de actividades que para nuestro tema son relevantes. Aún se tienen muchas oportunidades de mejora con respecto a un sistema de gestión de conocimiento que pueda llevar ventajas competitivas hacia la innovación a las empresas del área de influencia de la UTEQ.

Al interior de la UTEQ se tiene cierta interacción académica entre los docentes dentro de cada programa educativo, y poca entre los docentes de diferentes programas educativos.

En el año 2006 se emitieron lineamientos por parte de la Secretaría de Educación Pública para las universidades tecnológicas, para formar grupos interdisciplinarios de profesores llamados cuerpos académicos, con el propósito de "Elevar la calidad de la educación para que los estudiantes mejoren su nivel de logro educativo, cuenten con medios para tener acceso a un mayor bienestar y contribuyan al desarrollo nacional", y como objetivo particular: "Fortalecer los procesos de habilitación y mejoramiento del personal académico", esto a través de generar líneas de aplicación pertinente del conocimiento. Una vez integrados los Cuerpos Académicos, se buscará la integración de redes temáticas de colaboración de Cuerpos Académicos.

Las Universidades Tecnológicas han cumplido cabalmente en la formación de Técnicos Superiores Universitarios, los comentarios de los empresarios son buenos y los resultados de evaluaciones externas, tanto nacionales como internacionales indican que se ha realizado un trabajo satisfactorio en este aspecto.

Sin embargo, en la parte de adelantar a las necesidades tecnológicas de las empresas, aún hay muchas oportunidades de mejora. Como se menciona en párrafos anteriores, se realizan esfuerzos para conformar cuerpos académicos que se pueden orientar hacia la aplicación de tecnología que detone la innovación en las empresas. No tendría sentido que las Universidades Tecnológicas repitieran el mismo trabajo de investigación que ya realizan centros de I+D+i y se desaprovechara la oportunidad que ofrece su estrecha vinculación con las empresas para canalizar hacia ellas el flujo de conocimiento de la comunidad científica y realimentar las necesidades tecnológicas de las empresas hacia los centros de I+D+i.

#### **4. CARACTERIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CONOCIMIENTOS POR LOS PROFESORES DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

En este capítulo se aplican los conceptos sobre capacidad de absorción de conocimiento expuestos por Claudia de Fuentes en su tesis doctoral (2007), para determinar la capacidad de absorción de conocimiento de los profesores del programa académico de Electrónica y Automatización. A partir de los factores definidos, es posible realizar las recomendaciones para mejorar esta capacidad y definir estrategias para la integración del Sistema de Gestión de Conocimiento de la UTEQ.

Claudia de Fuentes encontró en su investigación que la capacidad de absorción de conocimiento de las personas está determinada por su formación académica y sus habilidades administrativas. De aquí se toma el criterio para seleccionar las características que definen la capacidad de absorción de conocimiento de los profesores del programa académico de Electrónica y Automatización de la UTEQ.

##### **4.1. Determinación de parámetros críticos**

Los parámetros revisados para caracterizar la capacidad de absorción de conocimiento de los profesores del programa académico de Electrónica y Automatización, como referencia para generar un sistema de gestión de conocimiento para la UTEQ, fueron los siguientes:

1. Grado académico.
2. Antigüedad del conocimiento académico.
3. Años de experiencia en empresa.
4. Experiencia en puestos directivos.
5. Competencia en Idiomas.

6. Experiencia docente.
  - a. Planeación académica.
  - b. Actividades prácticas en laboratorios.
  - c. Elaboración de Material didáctico en materias.
7. Proyectos de Aplicación Pertinente del Conocimiento.
  - a. Participación en Cuerpos Académicos.
  - b. Desempeño individual en servicios realizados.
  - c. Publicaciones.

Estos parámetros permiten caracterizar los flujos de conocimiento dentro y fuera de la Universidad, así como los factores que los favorecen.

Se consideró que la mejor forma de caracterizar el perfil de los profesores de la UTEQ y sus capacidades de absorción y derrama de conocimiento es por medio de cuestionarios.

En este aspecto, se consideró como base el cuestionario aplicado por CACEI (Consejo de Acreditación en la Enseñanza de la Ingeniería, A. C.) que se utilizó para la acreditación de los programas académicos de la UTEQ en el año 2007, así como los parámetros de evaluación de instructores de la Secretaría de Vinculación de la misma UTEQ.

Se aplicaron los cuestionarios, dando como resultado los mostrados mas adelante.

El punto de partida en el proceso educativo es la definición del perfil de egreso de los Técnicos Superiores Universitarios en Electrónica y Automatización (TSU EA). Las empresas aportan la información necesaria para definir este perfil de egreso, a través de la Comisión de Pertinencia, que está integrada por empresarios que han tenido a estudiantes de este programa educativo en estadía, además de egresados y profesores de tiempo completo.

Los profesores son profesionistas con experiencia en las empresas, que para desarrollar los planes y programas de estudio, se constituyen en academias y una vez obtenido un borrador, lo valida, primero localmente a través de la Comisión de Pertinencia, y posteriormente en reuniones nacionales de directores del mismo programa educativo.

Para este caso se observa que cada profesor puede atender un promedio de 14 asignaturas de 36 que componen al programa educativo y cada asignatura está atendida por un promedio de 5 profesores, dentro de un intervalo de 1 a 10. Las más atendidas corresponden a asignaturas consideradas como pilares de la especialidad: electrónica, instrumentación, automatización, informática, matemáticas y física. (Ver matriz de capacidad docente en el APÉNDICE II)

La Figura 4.1 nos muestra el nivel académico de los profesores (con base en cuestionarios de CACEI, 2007) y nos indica que el 100% de los profesores de tiempo completo (PTC) son egresados de educación superior, 42% con grado de licenciatura, 17% con especialidad y el 41% restante con grado de maestría. Esta información nos brinda una característica de la capacidad de absorción de conocimiento de los PTC de Electrónica y Automatización. Nos indica el nivel de complejidad de conocimiento que son capaces de absorber.

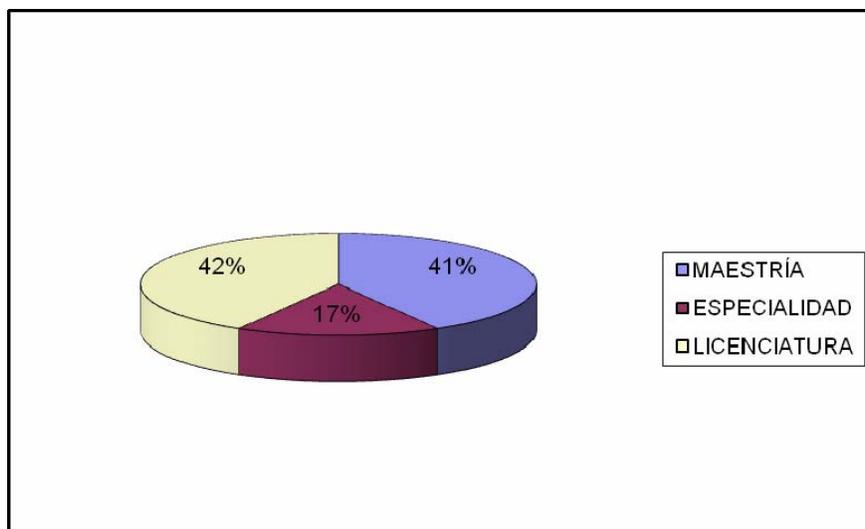


Figura 4.1. Nivel académico de profesores.

Un factor importante del conocimiento es la pertinencia, es decir, que tan adecuado es para el momento en el que se va a aplicar. Por ejemplo, el conocimiento del tubo electrónico de vacío fue fundamental para las primeras computadoras; sin embargo ahora es relativamente obsoleto, ya que la tecnología actual requiere de conocimientos de semiconductores de alta integración y su programación. Un egresado de electrónica de los años 40 que no ha actualizado su conocimiento, ya no es pertinente en la actualidad. En el caso de los PTC del programa de Electrónica y Automatización podemos observar que el promedio de la antigüedad del conocimiento es de 8.75 años en un intervalo de 0 a 30 años, con la distribución mostrada en la figura 4.2.

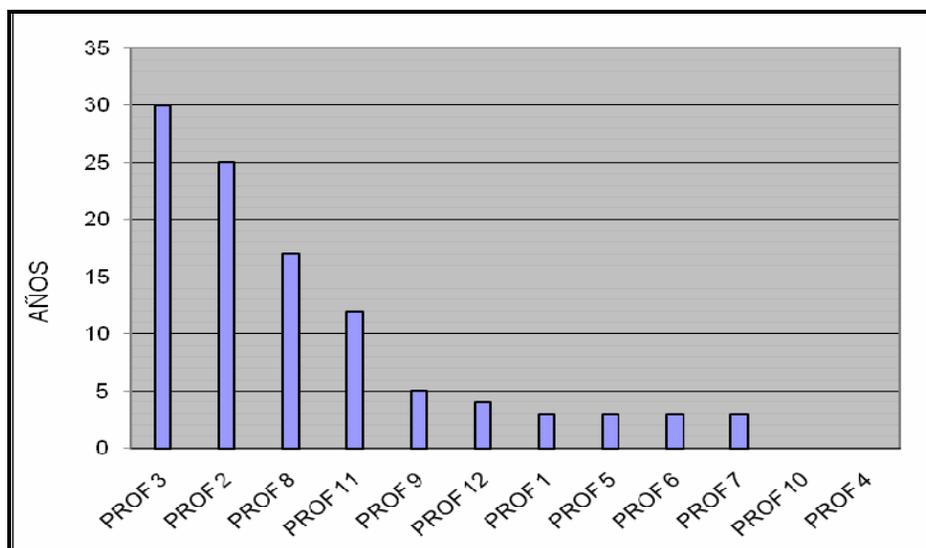


Figura 4. 2. Antigüedad del conocimiento académico.

Este parámetro es indicativo de la pertinencia del conocimiento, aunque no es absoluto, ya que el profesor puede estar actualizando su conocimiento de manera no escolarizada.

Otro parámetro de medición son los años de experiencia en la empresa. Resulta de interés porque nos dice el tiempo durante el cual el profesor ha aplicado el conocimiento en la resolución de problemas prácticos, que pueden incluir innovación en procesos y productos de la empresa.

Para nuestro caso de los PTC de Electrónica y Automatización, el promedio de años de experiencia es de 10 años. Esta experiencia resulta significativa ya que el

proceso de reclutamiento de los profesores se realiza de acuerdo al perfil del profesionista que se pretende formar en la Universidad, con un modelo con 30% de contenidos teóricos y 70% de práctica, que viene respaldada por la experiencia de los profesores. (Ver figura 4.3)

El 30% incluye contenidos de Matemáticas, Física, Química, Electrónica, Instrumentación, Teoría de Control, etc., mientras que el 70% práctico requiere de la experiencia de haber aplicado estos conocimientos teóricos en la empresa, como por ejemplo, el diseño de circuitos impresos, su elaboración, integración de componentes, prueba, calibración y ajustes de funcionamiento. Todo esto implica competencias en el saber, el saber hacer, el saber aprender y saber convivir en el trabajo industrial o de campo que tradicionalmente se adquieren en un alto porcentaje posteriormente al egreso de la institución de educación superior.

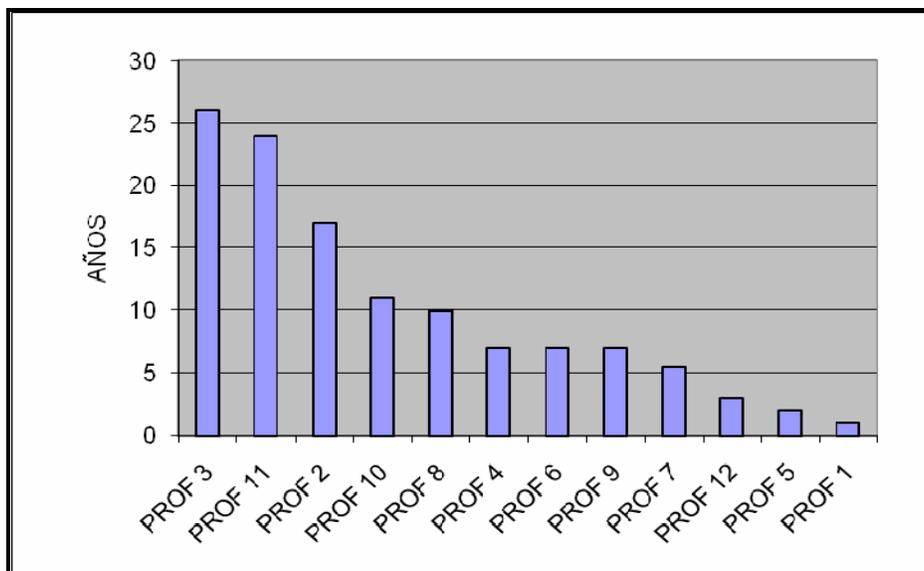


Figura 4.3. Años de experiencia en la empresa.

Este parámetro se complementa con el siguiente que se refiere a los años de experiencia docente. En principio son características independientes. Sin embargo, cuando se trata de profesores de tiempo completo, el hecho de tener muchos años en la docencia implica que la experiencia industrial no se está renovando. Es por esto fundamental la realización de estancias tecnológicas de los profesores, para mantener vigente el 70% de conocimiento práctico del modelo educativo.

La figura 4.4 expresa la experiencia docente del profesorado, que es de 9.75 años en promedio.

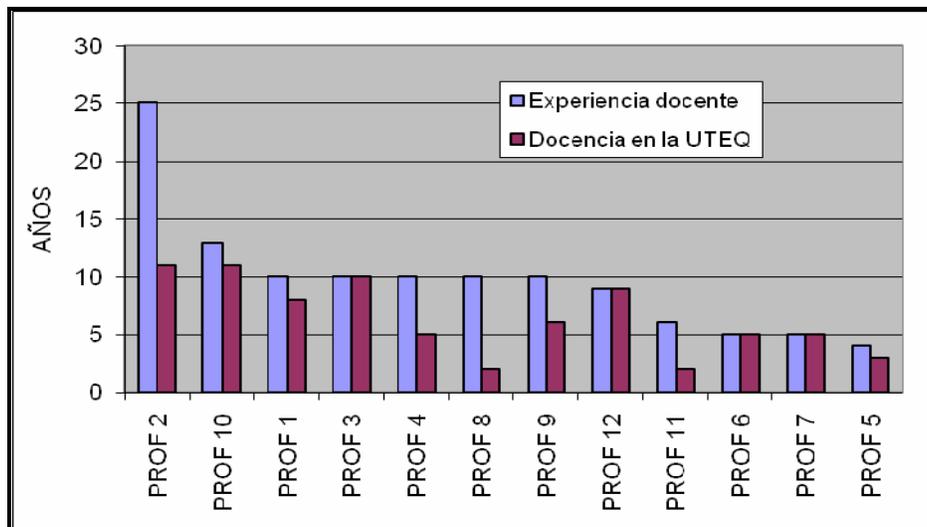


Figura 4.4. Experiencia docente

Se muestran dos componentes: experiencia docente en general, y la de la UTEQ. Esta gráfica es representativa de la capacidad de transmisión de conocimiento de los profesores hacia el estudiante, además de la asimilación de las características del modelo educativo.

Un componente adicional es la experiencia en puestos directivos, dado que el perfil del egresado incluye la posibilidad de ocupar puestos de mando e incluso la actividad emprendedora para crear nuevas empresas de base tecnológica. La figura 4.5, experiencia en puestos directivos, nos arroja un promedio de 2.92 años, que no parece significativo. Esto se debe a que no todos los PTC han ocupado este tipo de puestos, pero si hay un 50% de ellos que tienen promedio de casi 6 años con este tipo de experiencia.

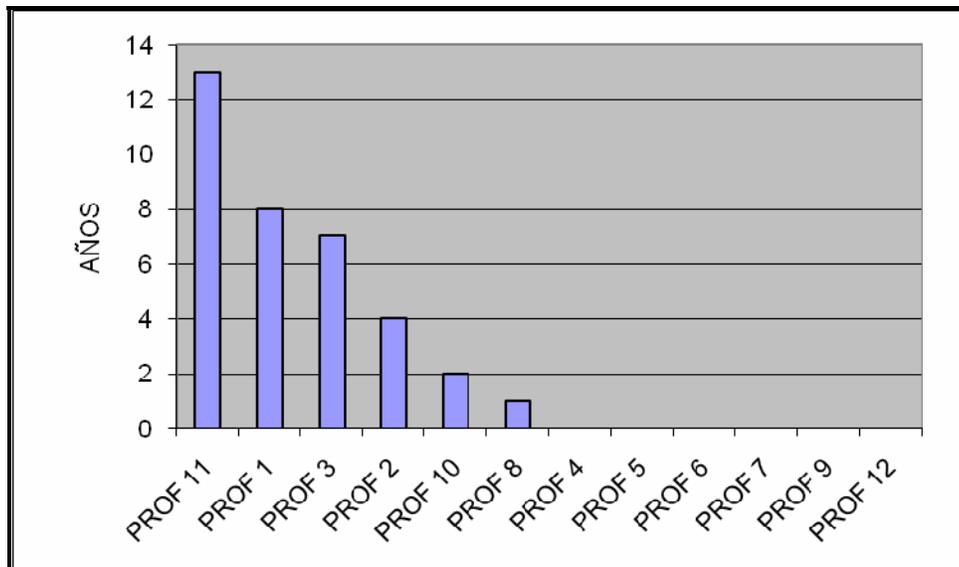


Figura 4.5. Experiencia en puestos directivos.

Desde el punto de vista de las transacciones de conocimiento, esta característica resulta interesante por ser los mandos medios y altos los que mayormente se ocupan de las tareas de vinculación en general y pueden ser actores importantes en la gestión de conocimiento, dentro de la Universidad y hacia el exterior.

En otros resultados de flujos de conocimiento, se detectó que los PTC obtienen información fresca de revistas de tecnología y páginas web en la internet. Otra fuente de conocimiento industrial es la misma planta productiva local, a través de visitas industriales y la colocación de estudiantes en estadía dentro de su último cuatrimestre de formación. A pesar de esto, no se detectó la revisión de bibliografía de mayor profundidad como reportes de investigación, patentes recientes o interacción cotidiana generalizada con investigadores y centros de investigación, con el objeto de realizar vigilancia tecnológica, considerada como una actividad indispensable para la innovación tecnológica en las empresas.

Finalmente tenemos una comparación de los años de antigüedad del conocimiento contra los años de experiencia en la industria, que podemos observar en la figura 4.6.

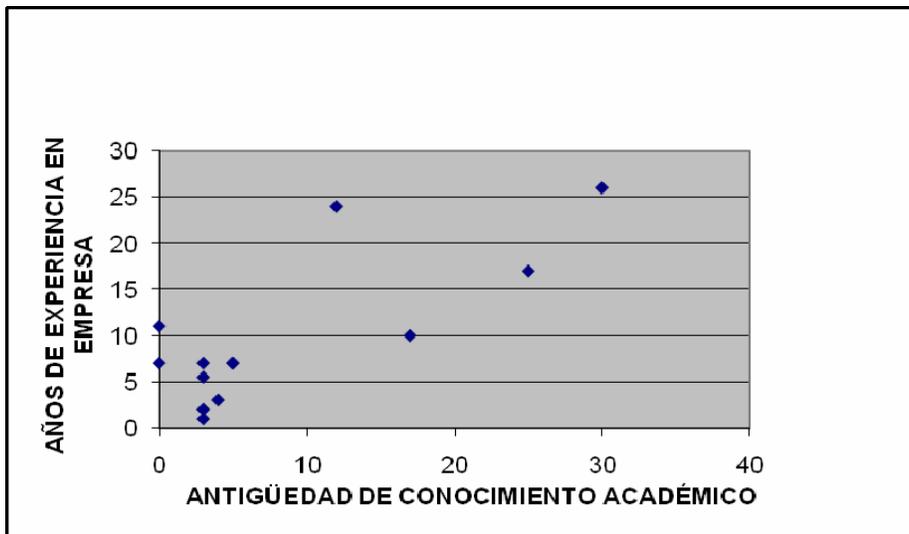


Figura 4.6. Antigüedad de conocimiento vs experiencia en empresas.

Esta gráfica muestra una correlación del 0,78 entre la antigüedad del conocimiento y la experiencia en empresa, que nos dice que los profesores que no han actualizado su conocimiento académico son los que tienen mayor experiencia industrial.

De los datos anteriores se puede inferir que el perfil de los profesores es adecuado al modelo 30% teórico y 70% práctico de la UTEQ, desde el punto de vista de la enseñanza de fundamentos. Sin embargo, desde el punto de vista de innovación, la antigüedad del conocimiento de los profesores parece no ser la ideal.

#### 4.2. Fuentes de actualización de conocimiento

Las fuentes de actualización del conocimiento que utilizan los profesores del programa de Electrónica y Automatización son de dos tipos: documentales y vivenciales. Entre las documentales se encuentran los libros de la biblioteca, revistas, publicaciones de proveedores de equipo y componentes (electrónicos, para automatización e instrumentación) y sitios de Internet. El enfoque que le dan a esta actividad es para preparar sus clases. Aquí hay una buena oportunidad de cambiar de enfoque hacia la vigilancia tecnológica para la innovación, además de buscar la colaboración con centros de I+D+i.

Entre las vivenciales están las interacciones con investigadores de centros de I+D+i, además de las empresas vinculadas. Recientemente en 2004 dos profesores del programa académico de Electrónica y Automatización iniciaron cursos de Especialidad en el área de Mecatrónica, en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), que es un centro de investigación del CONACYT en Querétaro. Una vez terminada esta especialidad, se iniciaron cursos en esta misma institución para la maestría en Mecatrónica. Otro grupo de profesores inició cursos de maestría en Tecnología Avanzada en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN en 2005 .Un profesor más culminó en 2007 una maestría en Ciencias en la UNAM.

Esta actividad de formación ha permitido una gran interacción con investigadores de alto nivel de centros de I+D+i vinculados con la UTEQ, que son otra fuente de actualización del conocimiento. Para conservar este flujo de conocimiento hacia los profesores, se pueden invitar investigadores de estos centros a ser colaboradores de los cuerpos académicos de la UTEQ.

De parte del conocimiento industrial, también se tiene el esquema de Estancias Tecnológicas de los profesores en empresas, en las que desarrollan proyectos para la empresa. Esta actividad tiene varias implicaciones desde el punto de vista de fuente de conocimiento: se desarrolla conocimiento aplicado en la empresa y al mismo tiempo, el profesor enriquece las aportaciones que puede hacer a sus estudiantes tanto en laboratorios como en el aula. Esta es una de las actividades mas provechosas para el modelo educativo de las UTs.

#### **4.3. Auditoría de conocimiento orientado a la vigilancia tecnológica**

La Auditoría es una función directiva cuya finalidad es analizar el control interno de las organizaciones para garantizar la integridad de su patrimonio, la veracidad de su información y el mantenimiento de la eficacia de sus sistemas de gestión. El origen etimológico de la palabra es el verbo latino Audire, que significa "oír". Esta denominación proviene de su origen histórico, ya que los primeros auditores

ejercían su función juzgando la verdad o falsedad de lo que les era sometido a su verificación, principalmente oyendo.

La auditoría del conocimiento tiene como objetivo principal examinar crítica y sistemáticamente el uso productivo de los recursos de conocimiento de una organización.

Para ejecutar esta auditoría se utilizó un cuestionario basado en el Nivel de conocimiento de Bohn (1994). Los Niveles de Bohn están calificados del 0 al 8, en donde 0 significa que no existe una cultura de gestión de conocimiento y 8 es la competencia inconsciente. La medición de la madurez de esta cultura está enfocada a la vigilancia tecnológica en el caso del presente trabajo.

Los criterios para indicar los niveles son los siguientes:

Nivel 0. Grado de gestión de conocimiento Indefinido No se distingue lo que es bueno de lo que es malo en términos de lo que debe conseguirse como resultado del trabajo que se realiza.

Nivel 1. No se tiene conocimiento para la toma de decisiones; cada vez que debe tomarse una decisión se hace a prueba y error.

Nivel 2. Los expertos pueden dictar condiciones para que los procesos trabajen bien. Aún existe un nivel de aleatoriedad Solo se cuenta con el conocimiento tácito, que está en forma de conocimiento personal.

Nivel 3. Comienzan a emerger patrones, sin embargo los expertos difieren en su opinión de porqué los procesos exitosos lo son. Se tiene conocimiento tácito; se ha convertido en heurístico y recetas que funcionan la mayoría de las veces.

Nivel 4. Algunas partes del conocimiento del proceso pueden explicarse, codificarse y escribirse. Sin embargo no ha surgido una receta 100% confiable. El conocimiento existe (algo) en forma explicada, pero nadie lo usa.

Nivel 5. Emerge una receta semiconfiable. Algunos pasos en la receta pueden ser aleatorios o inconsistentes. Los procesos de trabajo se enfrentan con la receta parcialmente repetible. El conocimiento existe en forma explicada. Se

usa, pero se necesita el conocimiento tácito de alguien para poder aplicarlo en ciertas circunstancias; normalmente podemos aplicar el conocimiento solos, a menos que las cosas sean muy diferentes de lo normal. Siempre que usamos este conocimiento explícito lo validamos o lo enriquecemos.

Nivel 6. Muy mecanizado, automatizado; usa una metodología probada en el tiempo. El conocimiento existe en forma explicada. Se usa, pero necesitamos del conocimiento tácito de para aplicarlo bien.

Nivel 7. Codificado en software de computadora y manuales de procedimientos. Existen modelos probados. Podemos simular condiciones, realizar análisis de cambios (¿Qué tal si...?) modificar el comportamiento en concordancia; siempre funciona. El contenido tácito de la suma total del conocimiento es muy bajo. Validamos el conocimiento existente cada vez que lo usamos. Nuestra institución tiene una fuerte capacidad para desaprender. Nuestra cultura promueve el conocimiento compartido y la sinergia. No hemos descuidado ningún detalle para apalancar el conocimiento de nuestra compañía. La rotación de personal no lastima a la empresa de manera significativa.

Nivel 8. No se requiere gestión de conocimiento ni administradores del mismo. La gestión del conocimiento se convierte en una parte natural de la empresa o grupo; se realiza perfectamente. Conocimiento completo. No se requiere realizar gestión del conocimiento. La gestión del conocimiento es una parte natural de la organización; se realiza perfectamente.

Este cuestionario se aplicó inicialmente para determinar la madurez del Sistema de Gestión de Conocimiento que maneja el grupo de profesores y se observó un resultado de 6, que indica que la madurez es alta. Sin embargo, este primer cuestionario se aplicó en general, con respecto al manejo actual del sistema de gestión académica.

Cuando el mismo cuestionario se aplica con enfoque a la vigilancia tecnológica, de acuerdo a las encuestas realizadas, los profesores de Electrónica y Automatización consideran que el nivel de madurez está entre 2 y 3 (el promedio es de 2,27), como se muestra en el siguiente histograma:

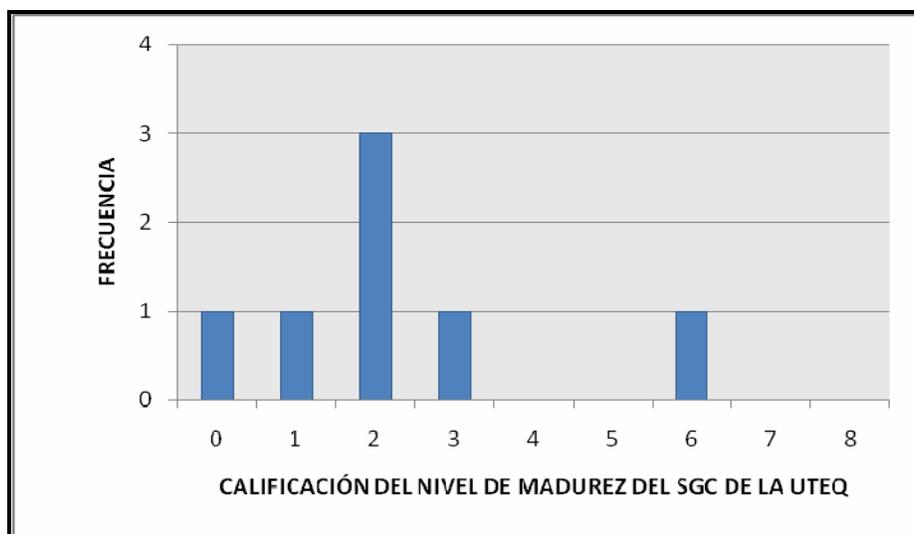


Figura 4.7 Calificación del SGC.

De acuerdo al resultado, se evidencia que hay un nicho de oportunidad si la actividad de los profesores se organiza aprovechando la experiencia existente, reenfocando el sistema de gestión del conocimiento hacia la vigilancia tecnológica.

Los conocimientos críticos para la operación del programa educativo se obtienen de la matriz de asignatura (véase Apéndice II). Para los servicios tecnológicos se tiene información similar en la Secretaría de Vinculación. A partir de las necesidades que se detecten en las empresas, se tendrá un enriquecimiento de información que irán formando el perfil de los profesores hacia una vigilancia tecnológica cada vez mas efectiva para beneficio del Sistema Regional de Innovación de Querétaro.

En resumen, las gráficas nos indican, de acuerdo a lo encontrado por Claudia de Fuentes (2007), que la capacidad de absorción de los profesores considerandos es adecuada para aprovechar la derrama de conocimiento proveniente de empresas grandes. Análogamente, con el incremento de profesores con posgrado se tiene la expectativa de absorber conocimiento de frontera a través de los centros I+D+i y dirigirlo hacia las empresas. La experiencia de manejar un sistema de gestión académica que cumple con los criterios de la norma de calidad ISO 9000:2000 también genera la expectativa de alcanzar ese nivel de madurez para una evolución del sistema de gestión de conocimiento orientado a la vigilancia

tecnológica. Estos elementos conforman el conocimiento crítico de los profesores de la UTEQ que deberá dar como resultado la intensificación de flujo de conocimiento entre los actores del Sistema de Innovación de Querétaro, con la UTEQ como intermediaria de las transacciones de este conocimiento y con un sistema de gestión de conocimiento como su herramienta. El resultado final esperado es apoyar la generación sistemática de innovación tecnológica en las empresas del área de influencia.

## 5. DISCUSIÓN

Un SGC se puede orientar hacia objetivos particulares. La propuesta para la UTEQ es que su SGC tenga la capacidad de absorber el conocimiento de los centros de investigación y desarrollo a través de sus docentes, de tal manera que su conocimiento se mantenga actualizado y vinculado con los investigadores de estos centros para estar al tanto del conocimiento de frontera y a la vez familiarizados con el lenguaje y la terminología del mismo. Una segunda consecuencia de este vínculo es que este conocimiento llegue a las empresas de tal manera que impulse la generación de innovación tecnológica, a través de los egresados, en forma de proyectos de estadía, y de los mismos profesores, en forma de servicios tecnológicos. (Asesoría, consultoría y proyectos)

Al interior de la UTEQ, se propone que el SGC se constituya como una herramienta de vigilancia tecnológica de los profesores que proporcione conocimiento nuevo, para generar productos como boletines, publicaciones, seminarios y congresos de desarrollo tecnológico.

La Vigilancia Tecnológica es un proceso organizado, selectivo y sistemático para captar información científica y tecnológica tanto del exterior como de la propia organización. La selección y análisis posterior de dicha información la convierte en conocimiento útil para la toma de decisiones. Los japoneses tienen una fuerte cultura de vigilancia tecnológica y en principio se preguntan "¿Qué se ha hecho ya? ¿Qué han hecho los competidores? ¿Qué documentación y artículos existen? ¿Qué patentes hay?". La siguiente etapa es asimilar las tecnologías para mejorar productos o desarrollar nuevos para después comercializarlos.

El resultado final de la vigilancia tecnológica debe ser la mejora de los niveles de competitividad de las empresas, a través de la innovación, concebida como ventaja competitiva sustentable basada en conocimiento, según Michael Porter (obra citada).

## 5.1. Modelo propuesto de SGC para la UTEQ

Se busca que el SGC propuesto para la UTEQ encauce los flujos de conocimiento de los centros de I+D+i hacia los profesores. Para este fin, se requieren cinco pilares fundamentales, de acuerdo al modelo propuesto por Serradell y López. Estos módulos son:



Figura 5.1. Modelo del SGC de la UTEQ

A continuación se expone cada uno de estos módulos.

### 5.1.1. Sistema de Información y comunicaciones

El Sistema de Información y comunicaciones (sistema de información resumido), conformado por la Red de cómputo institucional, que cuenta con acceso a Internet, bases de datos, fuentes estadísticas, etc. y de fuentes internas como intranet, direcciones de programas educativos, biblioteca y los profesores para el conocimiento explícito.

Como se estableció anteriormente, la UTEQ cuenta con un sistema de información y comunicaciones que permite a todos los usuarios navegar por la Internet.

Por este medio se tiene acceso a gran cantidad de información, como por ejemplo patentes en trámite o publicadas (sitio web del IMPI), que son alimento importante de la vigilancia tecnológica. También se puede contratar el acceso en línea de publicaciones especializadas en los diversos temas de competencia de los programas educativos de la Universidad. Otra herramienta que ofrece esta tecnología es la comunicación en línea con especialistas ubicados en cualquier parte, no solo de la localidad, sino del mundo entero. Se cuenta con información proveniente de instituciones vinculadas como por ejemplo el Instituto Nacional de Estadística y geografía (INEGI), la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (SEDESU), el Centro Nacional de Metrología (CENAM), por mencionar algunos. Cabe mencionar que ya se cuenta con este servicio y solo resta enfocarlo a la Vigilancia Tecnológica junto con las aplicaciones actuales.

#### **5.1.2. Red de Cuerpos Académicos**

La Red de Cuerpos Académicos (red de colaboración), para la comunicación e intercambio de ideas y experiencias entre los miembros de la organización, expone el conocimiento tácito.

Comenta Serradell que la mejor forma de gestionar el conocimiento tácito es a través de redes de colaboración entre las personas que componen a la organización e incluso con personas externas a la misma. Para el caso de la UTEQ, la Secretaría de Educación Pública ha generado una serie de estrategias para elevar la calidad del profesorado, una de ellas es el PROMEP, que califica a los profesores con respecto a un patrón que indica el perfil mínimo deseable y el perfil preferente de acuerdo con sus funciones. En fechas recientes se instituyó dentro de este programa la formación de grupos de profesores con interés en algún tema relacionado con las asignaturas que imparten. A estos grupos se les llama cuerpos académicos

A raíz de la emisión de los lineamientos de PROMEP para la creación de cuerpos académicos al interior de las UT's, se ha iniciado una dinámica para integrar al personal académico en grupos de estudio que generen y desarrollen líneas

pertinentes de aplicación del conocimiento. Se ha intensificado la interacción entre los docentes, incluso entre diferentes programas educativos, para cristalizar los primeros resultados. El marco normativo lo proporciona el reglamento del PROMEP, y la operación depende del entusiasmo de los docentes para generar el ciclo de creación de conocimiento como lo presentan Nonaka y Takeuchi (1995). Un ejemplo de esto en la UTEQ es un proyecto de vivienda sustentable operado por estudiantes y profesores del programa educativo de Tecnología Ambiental, en colaboración con investigadores del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM y de funcionarios de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Querétaro. Los primeros beneficiarios han sido pobladores de la Sierra Queretana, quienes han recibido los resultados de este proyecto, no solo en su vivienda, sino en forma de capacitación de ahorro de energía, manejo de desechos domésticos y una nueva cultura ecológica.

La propuesta de este trabajo para la formación de una red de colaboración incluye seminarios de difusión semanales dentro de cada programa educativo, de una hora de duración, en los que todos los docentes tienen la oportunidad de compartir su conocimiento tácito individual y que se transforme en conocimiento tácito colectivo. Estos seminarios se recomiendan videogravar para tener este conocimiento disponible bajo demanda para cualquier integrante de la red de colaboración. Esto también se puede constituir como material didáctico para cursos al interior y al exterior.

El contenido de estos seminarios son de dos tipos: memorias de experiencias profesionales personales y conocimiento reciente.

Las memorias de experiencias profesionales compartidas en la red de colaboración aumentan la visión conjunta del grupo sobre sí mismo y se reconocen las competencias de cada miembro.

El conocimiento reciente presentado en los seminarios tiene su origen en actividades de vigilancia tecnológica, por medio de reportes de investigación de Centros de I+D+i, revistas de tecnología y patentes, que pueden tener aplicación para el desarrollo de innovaciones en la industria.

Un elemento más es la realización de un congreso anual sobre nuevas tecnologías orientadas a la innovación en las empresas, con los resultados de la vigilancia tecnológica. En este evento, las empresas y la sociedad tienen la oportunidad de estar en contacto con los docentes para extender el proceso de socialización y acrecentar la red de colaboración.

Se propone la creación de una publicación técnica que expone los conocimientos más recientes disponibles en la UTEQ, de interés para los empresarios, con objeto de fomentar la creatividad al interior de la empresa que desemboque en innovaciones. Se puede manejar un índice con las tecnologías y los productos en los que se está trabajando en la industria; las líneas de investigación, qué se publica y qué se patenta. Interesa tener bastante claro qué tecnologías emergen, cuáles mejoran y cuáles quedan obsoletas y superadas por otras. Aquí el conocimiento tácito colectivo se convierte en explícito. Este instrumento enlaza a los centros de I+D+i con los empresarios y viceversa al comunicar las necesidades y ofertas de ambos, colaborando de esta manera a la integración del Sistema de Innovación de Querétaro.

Esta publicación requiere de un grupo responsable de la edición: Editor, Revisor y Asistente de la edición.

El Editor es una persona del área académica con conocimiento general de todos los programas académicos, para posibilitar la comunicación con la diversidad de los perfiles académicos de los docentes de la UTEQ y al mismo tiempo, con la sensibilidad de la experiencia para comprender las necesidades de los empresarios. El Revisor debe ser muy competente en el uso del lenguaje, no solo por la corrección de estilo, sino para tener la habilidad de hacer llegar el mensaje a las personas interesadas en los temas tratados en la publicación. El Asistente de la edición se caracteriza por tener la habilidad de que los recursos necesarios estén siempre disponibles para la edición de la publicación.

Esta misma organización debe reproducirse en cada programa educativo para la plena participación de toda la comunidad académica de la UTEQ. Los

responsables en cada programa académico, se ocuparán de la difusión de sus resultados, siempre enfocados a la promoción de la innovación.

El formato propuesto incluye una tabla de contenidos, un párrafo del editor donde se describe un bosquejo de la revista, el cuerpo de la revista formado por los artículos y una breve biografía de los autores de esa edición. A su vez, el formato de los artículos incluye un resumen del artículo en español y en inglés, justificación, antecedentes, cuerpo del reporte, resultados, conclusiones y bibliografía.

Esta dinámica de compartir el conocimiento de todo el personal académico, va generando a través del cuerpo editor un mapa de conocimiento de la UTEQ.

El intercambio del conocimiento explícito vía publicaciones, correos electrónicos, informes, etc., provoca la cuarta etapa que es la interiorización o aprendizaje, donde el conocimiento explícito colectivo se convierte en tácito individual, para reiniciar el ciclo virtuoso.

### **5.1.3. LIZARD II**

EL LIZARD II (espacio de conocimiento) sirve como repositorio de documentos y archivos, que pueda consultarse fácilmente por cualquier miembro de la organización.

La UTEQ ya cuenta con un espacio de conocimiento denominado LIZARD y generado en la misma UTEQ, que es el sistema de información académica. Incluye datos generales de los profesores y de las empresas. Este proyecto interno ha permitido desarrollar la experiencia necesaria para generar el nuevo sistema que soporte la información adicional de los profesores sobre sus competencias, contactos externos, tanto de empresas como de centros de I+D+i. Se pueden manejar ligas a los documentos electrónicos generados con nuevo conocimiento o que reflejen las especialidades y competencias de los profesores tales como material multimedia de prácticas, cursos, talleres, entrevistas,

conferencias y seminarios; libros electrónicos. Esto puede ser un factor que evite la duplicidad de esfuerzos que repercute en la eficiencia de los profesores.

Puede alimentarse la información de las empresas que nos indique las oportunidades de interacción que tenemos con ellas, por ejemplo planes de desarrollo de nuevos productos o servicios. Una adición importante será la información que se ingrese de los centros de I+D+i, con los perfiles de los investigadores, líneas de investigación y producción que resulte de la interacción con la UTEQ y las empresas.

Otro producto de esta red es el mapa de conocimientos de la UTEQ, que nos dirá dónde está la persona que sabe qué y los contactos que tiene en las empresas y en los centros de I+D+i.

Los programas educativos de la UTEQ cuentan con una matriz de capacidad docente que indica las asignaturas que puede impartir cada profesor, en función del análisis del curriculum vitae que realiza cada director de programa. Este conocimiento tácito de los directores es objeto de extenderse hacia los servicios tecnológicos que puede prestar cada docente a la industria, además de ser una fuente de detección de necesidades de capacitación para mantener actualizada la oferta de conocimiento de los profesores a la industria.

Al compartir esta información entre los diferentes programas académicos, se está generando el mapa de conocimiento de la institución. Este es un ejemplo de conversión de conocimiento tácito en explícito.

Otro espacio de conocimiento es la videoteca formada por el material obtenido a través de los seminarios, congresos y cursos.

La biblioteca también está contemplada en este conjunto de espacios. Además de su función tradicional, tendrá en custodia el material impreso generado tanto al interior como lo que se recopila del exterior.

Este espacio de conocimiento se puede multiplicar virtualmente a través de información de otras bases de datos autorizadas como las de los centros de I+D+i, CONACYT, CONCYTEQ y bibliotecas vinculadas.

#### **5.1.4. Sistema de Vinculación**

El Sistema de Vinculación, (CRM) sirve para mantener la interacción con los clientes y proporcionar conocimiento bidireccional sobre las necesidades y demandas de cada uno de ellos.

Este sistema está operando en la Secretaría de Vinculación de la UTEQ, pero a la fecha no se ha ligado con la información del sistema académico. Se sugiere digitalizar e integrar la información que ya se tiene sobre empresas vinculadas, contactos y profesores que han colaborado en proyectos, servicios tecnológicos y cursos a las empresas e incorporar la nueva información que se genere en los nuevos proyectos, tanto de los cuerpos académicos como de las actividades desarrolladas a través de la Secretaría de Vinculación de la UTEQ, para que el personal docente tenga mas elementos para orientar sus actividades de vigilancia tecnológica.

La Secretaría de Vinculación cuenta con una gran cantidad de información estadística del desempeño de egresados, programas de servicio social que también podrían aportar contribuciones de vigilancia tecnológica.

#### **5.1.5. Cultura organizacional UTEQ**

La Cultura organizacional UTEQ fomenta el intercambio de conocimiento y una adecuada formación continua, según las necesidades de conocimiento que tiene la UTEQ para ofrecer tecnología y nuevo conocimiento técnico que apoye a las empresas que tiene vinculadas hacia la innovación.

Se considera que la cultura organizacional es la mas importante de todas, ya que todo lo referente al capital intelectual gira en torno a las personas, que a diferencia de las máquinas, deben manejar emociones. En este sentido es fundamental que se tenga un ambiente en el que se propicie el desarrollo personal en contexto con el grupo de trabajo. En una institución educativa queda muy claro que el producto principal es el conocimiento, por lo que los que operan los procesos educativos son trabajadores del conocimiento, quienes requieren un trato diferente al que se daba al trabajador manual en cuanto a la forma de operar. Al trabajador manual se

le daba todo lo que requería y se le decía lo que tenía que hacer, porque su trabajo ya estaba preestablecido. El trabajador del conocimiento está generando día con día nuevas ideas, por lo que es él quien debe de llevar la iniciativa de cómo realizar mejor su trabajo, y la tarea de la administración es la de proveerle lo necesario para su función. Peter Drucker comprobó que este solo hecho, aumenta la productividad del trabajo intelectual y la satisfacción de los trabajadores del conocimiento. Este hecho en sí ya es un incentivo de trabajo, pero también es importante que la dirección establezca un programa de incentivos que reconozcan el trabajo realizado: alguna mención en los instrumentos de difusión de la UTEQ, participación en congresos, cursos de actualización, intercambios con otras instituciones de educación superior o cualquier otro que esté dentro de las posibilidades de la institución. Para que este sistema sea productivo, no solo se requiere de cambios de actitud de parte de los docentes, sino de toda la organización.

## **5.2. Grupo piloto**

Drucker recomienda iniciar con un grupo piloto. Para formarlo se pueden seguir dos pasos y realizar seis tareas.

### **5.2.1. Primer paso**

El primer paso es encontrar un área en la organización con docentes receptivos. Todos los programas educativos de la UTEQ cumplen con esta característica, pero se debe iniciar con alguno. Se propone para este fin al personal del programa educativo de Electrónica y Automatización. El primer paso es realizar una auditoría del conocimiento, en la que se determina la madurez del grupo para enfrentar las actividades de un Sistema de Gestión del Conocimiento. La principal de ellas es generar el hábito de documentar y compartir las experiencias que agregan valor a la actividad de los profesores en las áreas de docencia, aplicación pertinente del conocimiento y servicios tecnológicos. Esta información debe incluir detalles como contactos internos y externos, materiales, bibliografía y ligas de internet.

### **5.2.2. Segundo paso**

El segundo paso es trabajar consistente y pacientemente, por un tiempo definido en conjunto con la administración, con este grupo piloto. Solo hasta que la productividad de este grupo haya aumentado de manera importante, las nuevas formas de hacer el trabajo se pueden extender a otros programas educativos. En este punto se conocen los problemas principales, tales como los aspectos que generan resistencia, o que cambios en las tareas, organización, mediciones o actitudes se requieren para la plena efectividad.

Una vez superada la etapa piloto, se recomienda una difusión de los resultados para la sensibilización del personal en cuanto a los sistemas de gestión del conocimiento, la comunicación interpersonal y el desarrollo humano.

### **5.2.3. Tareas**

Para trabajar con este grupo piloto, se deben realizar seis tareas.

La primera es que el profesor sepa cuál es su función, para concentrarse en ella y eliminar todo lo demás que no agregue valor significativamente a sus funciones, hasta donde sea posible. Esto requiere que el mismo profesor lo defina, pues es el único que lo puede hacer. Así que la tarea de generar el ambiente apropiado para el trabajo del conocimiento es preguntando al mismo profesor: ¿Cuál es tu función? ¿Cuál debería de ser? ¿En qué esperas contribuir? ¿Qué debe eliminarse porque obstaculiza que realices tu función?

Cuando contestamos estas preguntas y tomamos acción para resolver los puntos clave encontrados, la productividad de los trabajadores del conocimiento, de acuerdo con Peter Drucker, se duplica o triplica en un lapso corto.

La segunda tarea corresponde a la responsabilidad del profesor sobre su propia contribución. Él mismo debe comprometerse en términos de calidad y cantidad de su trabajo, tomando en cuenta el tiempo y el costo. El trabajador del conocimiento debe auto dirigirse, es decir, debe tener un alto grado de autonomía.

Como tercera tarea, la innovación y el aprendizaje deben incluirse como parte de su trabajo. Una característica importante del trabajador del conocimiento es que constantemente se está capacitando para estar actualizado en su conocimiento. Esto le permite ofrecer nuevas alternativas para la solución de problemas y generar nuevas propuestas para el conocimiento mismo.

En la cuarta tarea se enfatiza que además del aprendizaje permanente, debe contemplarse la enseñanza permanente, no sólo para los estudiantes, sino para toda la institución: pares, jefes y personal administrativo.

La quinta tarea es mejorar la calidad, además de ofrecer cantidad. Ya en la experiencia de la UTEQ se tienen logros en el examen de egreso que aplica CENEVAL (EGETSU), en la selección de estudiantes becados para el programa de movilidad a Francia y los comentarios de los empresarios. El reto es aumentar la eficiencia terminal, al mismo tiempo que se mejora la calidad de conocimientos del egresado, hacia la innovación en las empresas.

Como sexta tarea, para incrementar la productividad del profesor, se requiere que sea visto y tratado como un valor y no como un costo. Tradicionalmente la mano de obra se considera contablemente como un costo y los costos deben controlarse y reducirse. Los trabajadores del conocimiento se deben considerar como valores y los valores deben revalorarse e incrementarse. En contraste con el trabajo manual, donde un trabajador es igual a cualquier otro, el trabajador del conocimiento es propietario del bien de producción (conocimiento) que es totalmente portátil y un enorme capital para la empresa. El trabajo de la administración es conservar los valores de la institución bajo su responsabilidad. De aquí vienen las preguntas: ¿qué significa esto cuando el conocimiento del profesor se convierte en un valor para la institución? ¿qué significa para las políticas de personal? ¿qué se requiere para atraer y retener a los trabajadores del conocimiento mas productivos? ¿qué se requiere para incrementar su productividad y convertir su productividad incrementada en capacidad de desempeño para la UTEQ?

## 6. CONCLUSIONES

La metodología aplicada ha permitido detectar las características del conocimiento de los profesores del programa académico de Electrónica y Automatización de la UTEQ y su grado de madurez de manejo de un sistema de gestión de conocimiento, a través de la auditoría del conocimiento. El SGC de la UTEQ se constituirá en una herramienta poderosa para mejorar la calidad y cantidad de flujo de conocimiento de los centros I+D+i a las empresas vinculadas.

La aportación principal de este trabajo es la de aplicar sistemas de gestión de conocimiento en una Universidad Tecnológica y sacar mejor partido de su fuerte vinculación con el entorno industrial y académico para establecer e intensificar el flujo de conocimiento que contribuya a la integración del Sistema de Innovación de Querétaro. Actualmente ninguna otra institución lo está haciendo. Esta experiencia servirá como modelo para reproducir este esquema a nivel nacional con todas las integrantes del Subsistema de Universidades Tecnológicas e incidir a su vez en la integración de un Sistema Nacional de Innovación.

Al interior de la UTEQ, el hecho de intensificar el flujo de conocimiento tendrá repercusiones importantes en la formación de las próximas generaciones de Técnicos Superiores Universitarios, al mantener al profesorado actualizado con los avances tecnológicos más recientes, incluso antes de que aparezcan en el mercado, cumpliendo así mismo con el compromiso de adelantar el conocimiento de la planta productiva.

Detectar con claridad los conocimientos críticos de acuerdo a los cambios del ambiente tecnológico permitirá mantener capacitados a los profesores, a la vez que se pueden establecer criterios de selección y contratación de nuevo personal, en función de necesidades de conocimiento claramente detectadas.

El establecimiento de un SGC es solo el inicio de una tarea permanente de evolución y mejora. Una vez consolidado en el programa educativo de Electrónica y Automatización se deberá reproducir en los programas restantes y posteriormente a otras UT's.

## **7. RECOMENDACIONES**

Una de las recomendaciones concuerda con las acciones recientes de elevar el grado académico del profesorado, ya que se ha complementado fuertemente su perfil práctico y se ha estrechado su relación con centros de I+D+i de tal forma que se considera que los cuerpos académicos en formación están listos para orientar mejor su actividad de aplicación pertinente del conocimiento hacia la vigilancia tecnológica, que les permita identificar las oportunidades tecnológicas que le puedan dar ventajas competitivas a las empresas a través de la generación de innovaciones, con el respaldo de los conocimientos de frontera de centros de I+D+i. Se recomienda profundizar en otros parámetros que permitan caracterizar mejor el conocimiento de los profesores para orientar mejor las áreas de oportunidad de mejora de la capacidad de absorción de conocimiento de los profesores, así como la detección de necesidades de capacitación para afinar los conocimientos críticos, tanto para las labores sustantivas de formación de TSUs, como para la realización de una vigilancia tecnológica pertinente.

## BIBLIOGRAFÍA

Por medio de las palabras clave, se identificaron tres cuerpos bibliográficos para la elaboración de este trabajo: Universidades Tecnológicas, Gestión del Conocimiento y Sistemas Regionales de Innovación. La bibliografía básica utilizada fue el trabajo doctoral de Claudia Berenice De Fuentes González sobre el sistema regional de innovación de Querétaro, los libros de Chris Collison, Amrit Tiwana y Melissie Clemmons Rumizen sobre Gestión del Conocimiento, además de los datos estadísticos de la Universidad Tecnológica de Querétaro.

ADIAT. *Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002 – 2015*. Sector 8 Diseño y Automatización, Área 8.2 Automatización, P7.

Bohn, Roger E. (1994). *Measuring and Managing Technological Knowledge*, U. S. A. Sloan Management Review, vol.36, Fall, 61-73.

Canals, A. *Gestión del conocimiento*. (2003) Barcelona, España. Ediciones Gestión 2000. ISBN: 84-8088-844-X

Collison, C., Parcell, G. (2003). *La gestión del conocimiento. Lecciones prácticas de una empresa líder*. España. Ediciones Paidós Ibérica, S. A. ISBN: 84-493-1367-8.

Collison, Chris. Parcel, Geoff. *Learning to fly*. New Milford, CT, 2001.

*Conocimiento e Innovación en México: Hacia una Política de Estado*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C. Primera edición: Noviembre de 2006, México

Coordinación General de Universidades Tecnológicas. (2000). *Universidades Tecnológicas, mandos medios para la industria*. México. Noriega editores. ISBN: 968-18-6123-7

Dagnino, R., Thomas, H., Gomes, E. 2003. España. *Los fenómenos de transferencia y transducción de conceptos como elementos para una renovación*

*explicativa normativa de las políticas de innovación en América Latina*. Innovación tecnológica, universidad y empresa. Organización de Estados Iberoamericanos. ISBN: 84-7666-158-4

De Fuentes, C. 2007. Tesis doctoral "*Derramas de conocimiento y capacidades de absorción: el caso de las PyMES de maquinados industriales en Querétaro*". Universidad Autónoma Metropolitana.

Drucker, P. F. (1997). *My Life as a Knowledge Worker*. Inc. Magazine, Feb 1997.

Drucker, P. F. (1999). *Knowledge – Worker Productivity: The Biggest Challenge*. California Management Review vol. 41, No. 2.

Escorsa Castells, Pere; Valls Pasola, Jaume. 2003. *Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión*. México. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. ISBN-10: 84-8301-706-7, ISBN-13: 978-8483017067

Escorsa, P. (2001). *Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión*. Alfaomega marcombo. ISBN: 970-15-0288-4.

Fundación Televisa.(2006). DVD *Las universidades en México*. Serie México Siglo XX. México.

García García, Adrián Luis. (2007), Conferencia *Innovación, Investigación y Administración*, CICATA QRO. México.

Harvard Bussiness Review. (1998). *On Knowledge Management*. Boston MA, U. S. A. Harvard Bussiness School Press, 02163. ISBN – 13: 978-0-87584-881-5. ISBN.-. 10: 0-87584-881-8

Malhotra, Y. (2003). *Measuring Knowledge Assets of a Nation: Knowledge Systems for Development*. Research Paper, United Nations Advisory Meeting of the Department of Economic and Social Affairs Division for Public Administration and Development Management. New York City, New York, 4 – 5.

Muñoz, G., Lozano, A. 2001. *El Sistema de Innovación de Querétaro*. CONCyTEQ, México

Muñoz, G., Lozano, A. *El Sistema de Innovación de Querétaro*. CONCyTEQ, México, 2001.

Niosi, Jorge. *Regional systems of innovation Market pull and government push*, Annual Meeting of the Canadian Research Network on Regional Innovation Systems, Montreal, mayo de 2000.

Niosy, J. (2000). *Regional systems of innovation. Market pull and government push*. The Annual Meeting of the Canadian Research Network on Regional Innovation Systems. Montreal, Canada.

Nonaka, I., Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York, U. S. A. Oxford University Press.

Nonaka, I., Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York, U. S. A. Oxford University Press.

Noriega Ponce, R. 2007. México. *4to INFORME 2007 Actividades de Rectoría*. UTEQ.

Obeso, C. *Capital intelectual*. (2003). Barcelona, España. Ediciones Gestión 2000. ISBN: 84-8088-829-6

Organización de Estados Iberoamericanos. (2001). *Innovación tecnológica, universidad y empresa*. Compendio del VIII Seminario de la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC), celebrado en Costa Rica en octubre de 2001. ISBN: 84-7666-158-4.

Planellas, M. (2003). *De la idea a la empresa*. Barcelona, España. Ediciones Gestión 2000. ISBN: 84-8088-828-8

Porter, Michael E. (1985). *Competitive advantage*. U.S.A. The Free Press. ISBN: 0-684-84146-0

Porter, Michael E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. U.S.A. The Free Press. ISBN: 0-684-84147-9.

Porter, Michael E. 1990 *The Competitive Advantage of Nations*. U.S.A. The Free Press. ISBN: 0-684-84147-9

Prouvost, B. (1995). *Innovar en la empresa*. Alfaomega marcombo. ISBN: 970-15-0018-0

Rumizen, M. C. (2002) *The complete idiot's guide to KNOWLEDGE MANAGEMENT*. U. S. A. Alpha Books.

Sánchez Hernández, David. "Gestión del Conocimiento y papel de la Universidad en el proceso Innovador", Conferencia invitada de Clausura de Congreso INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO Y CAPITAL INTELECTUAL. Fundación Dintel. Mayo 2001.

Serradell López, Enric. Pérez, Ángel A. Juan. (2003). *La gestión del conocimiento en la nueva economía*. España. <http://www.uoc.edu/dt/20133/index.html>

Su, B. W. (2001) *The US Economy to 2010*. Monthly Labor Review, November 2001.

Tiwana, A. (2002). *The Knowledge Management Toolkit*. Upper Saddle River, NJ 07458, U. S. A. Prentice Hall PTR.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 1997. Documento 29 C/20 Anexo II

Wenger, E., McDermott, R., Snyder, W. M. (2002). *Cultivating Communities of Practice*. U. S. A. Harvard Bussiness School Publishing. ISBN: 1-57851-330-8

# **APÉNDICE I**

## NIVELES DE BOHN SOBRE CONOCIMIENTO EN ORGANIZACIONES

| NIVEL | ETAPA DEL CONOCIMIENTO       | CARACTERÍSTICA DEL CONOCIMIENTO  | LOCALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO   | PROCESO DE TRABAJO  | MÉTODO DE APRENDIZAJE  |
|-------|------------------------------|--|---|---|--|
| 0     | Ignorancia total.            | No se sabe la diferencia entre lo que es bueno y lo que es malo.                                       | Indefinido.   | Indefinido.   | Indefinido.  |
| 1     | Arte puro.                   | Arte puro.   | En la cabeza del experto.   | Confía en la prueba y el error.   | Se mantiene repitiendo el proceso. Hay la esperanza de que emerja un patrón.   |
| 2     | Conciencia                   | Lista de salida de posibles variables relevantes.  | En la cabeza del experto (Conocimiento tácito); sin embargo el experto lo puede expresar en palabras, diagramas, etc., aunque en una forma muy limitada.  | Los expertos pueden dictar condiciones para que los procesos trabajen bien. Aún existe un nivel de aleatoriedad.  | Los expertos se mantienen repitiendo el proceso, en vez de la demás gente. Que espera que surja un patrón.   |
| 3     | Medición.                    | Pretecnológico.  | Se es capaz de decidir que variables son las más importantes al notar su correlación con las salidas deseables.   | Comienzan a emerger patrones, sin embargo los expertos difieren en su opinión de porqué los procesos exitosos lo son.   | Igual que el anterior. Se puede ser más creativo e introducir variaciones para ver cambios en procesos.  |
| 4     | Control de la media.         | El método científico es factible.  | Escrito y embebido en hardware/software en mayor extensión.   | Algunas partes del conocimiento del proceso pueden explicarse, codificarse y escribirse. Sin embargo no ha surgido una receta.  | Se conservan buenos registros sobre lo que se ha realizado, que sucedió y el resultado final.  |
| 5     | Capacidad de proceso.        | Receta local respetable.   | Receta local desarrollada basada en la experiencia. Funciona frecuentemente, pero no siempre; emerge la noción de seguir el procedimiento para obtener los resultados deseados. La receta puede o no estar totalmente escrita.                | Emerge una receta semiconfiable. Algunos pasos en la receta pueden ser aleatorios o inconsistentes. Los procesos de trabajo se enfrentan con la receta parcialmente repetible.      | Uso de registros conservados de etapas anteriores y determinación de patrones estadísticos que funcionan.  |
| 6     | Caracterización del proceso. | Compromisos para reducir costos; receta bien desarrollada; conocimiento limitado contra contingencias. | El conocimiento está bien documentado en una receta; metodología que casi siempre funciona, la aplicación del proceso es una tarea mecánica de seguir la receta.  | Muy mecanizado, automatizado; usa una metodología probada en el tiempo.   | Usa una metodología probada; la aplicación continua de la metodología (receta) permitirá que se resuelvan las debilidades y problemas del mismo.                 |
| 7     | Saber porqué.                | Científico; es posible la automatización; se desarrolla un modelo cuantitativo, formal o informal.     | Casi todo el conocimiento importante está documentado; casi todo el conocimiento tácito ahora es explícito; caso todo el conocimiento se puede codificar y computarizar en software; existe conocimiento efectivo para atender contingencias. | Codificado en software de computadora y manuales de procedimientos.   | Más de lo anterior; está lo mejor que puede.   |
| 8     | Conocimiento completo.       | Nirvana.   | Raramente posible.  | No se requiere gestión de conocimiento ni administradores del mismo. La gestión del conocimiento se convierte en una parte natural de la empresa o grupo; se realiza perfectamente. | Esta etapa no se puede alcanzar, nunca se sabe cuando se está en ella; variaciones ocasionales hacen que falle la metodología y lo regresan a la etapa anterior. |

Bohn, Roger E. Measuring and Managing Technological Knowledge,

Sloan Management Review, vol.36, Fall (1994), 61-73.

# APÉNDICE II

# MATRIZ DE ASIGNATURA DEL PROGRAMA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

|                          |  | CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN / GENERACIONES: 12A DESP. 16A, 17A, 18A. |        |               |             |                           |                            |                     |                |         |                |                       |                            |                             |                      |                 |                 |                         |                  |                              |         |                       |                     |                   |                               |                                 |   |                     |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     |   |   |  |
|--------------------------|--|---|--------|---------------|-------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|----------------|---------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------|------------------------------|---------|-----------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|---|---|--|
|                          |  | Primero   |        |               |             |                           |                            | Segundo             |                |         |                |                       |                            | Tercero                     |                      |                 |                 |                         |                  | Cuarto                       |         |                       |                     |                   |                               | Quinto                          |   |                     |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     |   |   |  |
| Horas Cuatri-<br>mestres |  | 75  | 90     | 75            | 75          | 90                        | 75                         | 60                  | 75             | 90      | 75             | 90                    | 75                         | 75                          | 60                   | 60              | 60              | 90                      | 105              | 90                           | 60      | 60                    | 90                  | 105               | 90                            | 45                              | 75                                      | 60                  | 60                   | 90                 | 75                         | 60              | 90                                  | 60               | 90                      | 45                   | 60                  |   |   |  |
| Horas<br>Semanales       |  | 5   | 6      | 5             | 5           | 5                         | 4                          | 5                   | 6              | 5       | 6              | 5                     | 5                          | 4                           | 4                    | 4               | 6               | 7                       | 6                | 4                            | 4       | 6                     | 7                   | 6                 | 3                             | 5                               | 4                                       | 4                   | 6                    | 5                  | 4                          | 6               | 4                                   | 6                | 3                       | 4                    |                     |   |   |  |
| Asignaturas              |  | Matemáticas I   | Física | Informática I | Electrónica | Formación Sociocultural I | Expresión Oral y Escrita I | Idioma Extranjero I | Matemáticas II | Química | Informática II | Electrónica Analógica | Formación Sociocultural II | Expresión Oral y Escrita II | Idioma Extranjero II | Matemáticas III | Informática III | Electricidad Industrial | Automatización I | Instrumentación Industrial I | Calidad | Idioma Extranjero III | Electrónica Digital | Automatización II | Instrumentación Industrial II | Telecomunicaciones Industriales | Organización y Gestión de la Producción | Programación Visual | Idioma Extranjero IV | Microcontroladores | Tecnologías de Fabricación | Electromecánica | Integración de Sistemas Automáticos | Redes de control | Instrumentación Virtual | Relaciones Laborales | Idioma Extranjero V |   |   |  |
| Profesores               |  |   |        |               |             |                           |                            |                     |                |         |                |                       |                            |                             |                      |                 |                 |                         |                  |                              |         |                       |                     |                   |                               |                                 |   |                     |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     |   |   |  |
| PROF 1                   |  | 1   | 1      | 1             | 1           |                           |                            |                     | 1              |         | 1              | 1                     |                            |                             |                      |                 | 1               | 1                       | 1                | 1                            |         |                       | 1                   |                   | 1                             | 1                               |   | 1                   |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      | 1                   |   |   |  |
| PROF 2                   |  |   | 1      |               | 1           |                           |                            |                     | 1              |         |                | 1                     | 1                          |                             |                      |                 |                 | 1                       |                  | 1                            |         |                       | 1                   |                   | 1                             | 1                               | 1                                       |                     |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     |   |   |  |
| PROF 3                   |  |   |        |               |             | 1                         |                            |                     |                | 1       |                |                       | 1                          |                             |                      |                 |                 |                         |                  | 1                            | 1       |                       |                     |                   |                               |                                 | 1                                       |                     |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     |   | 1 |  |
| PROF 4                   |  | 1   | 1      | 1             |             | 1                         |                            |                     | 1              |         | 1              | 1                     |                            |                             |                      | 1               | 1               | 1                       | 1                | 1                            |         |                       |                     | 1                 | 1                             |                                 |   |                     |                      | 1                  | 1                          | 1               |                                     |                  |                         |                      |                     | 1 |   |  |
| PROF 5                   |  | 1   | 1      | 1             | 1           | 1                         |                            |                     | 1              | 1       |                | 1                     | 1                          |                             |                      |                 | 1               |                         |                  |                              |         |                       | 1                   | 1                 |                               |                                 |   |                     |                      | 1                  |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     |   |   |  |
| PROF 6                   |  | 1   | 1      | 1             |             | 1                         |                            |                     | 1              |         |                | 1                     |                            |                             |                      |                 | 1               | 1                       | 1                | 1                            |         |                       | 1                   | 1                 | 1                             | 1                               |   | 1                   |                      |                    |                            |                 |                                     |                  | 1                       | 1                    | 1                   |   |   |  |
| PROF 7                   |  | 1   | 1      | 1             |             | 1                         |                            |                     | 1              |         | 1              | 1                     |                            |                             |                      | 1               | 1               | 1                       |                  | 1                            |         |                       | 1                   |                   | 1                             | 1                               |   | 1                   |                      |                    | 1                          |                 |                                     |                  | 1                       | 1                    |                     | 1 |   |  |
| PROF 8                   |  |   |        |               | 1           |                           |                            |                     |                |         |                | 1                     |                            |                             |                      |                 |                 |                         | 1                | 1                            |         |                       |                     |                   |                               |                                 |   |                     |                      | 1                  | 1                          | 1               |                                     |                  |                         |                      |                     | 1 |   |  |
| PROF 9                   |  | 1   | 1      | 1             | 1           |                           |                            |                     | 1              |         | 1              | 1                     |                            |                             |                      |                 | 1               | 1                       | 1                |                              |         |                       | 1                   |                   |                               | 1                               |   | 1                   |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         | 1                    |                     |   |   |  |
| PROF 10                  |  |   |        |               | 1           |                           |                            |                     |                |         |                | 1                     |                            |                             |                      |                 | 1               | 1                       |                  |                              |         |                       | 1                   | 1                 |                               |                                 |   |                     | 1                    |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     |   |   |  |
| PROF 11                  |  | 1   | 1      |               |             |                           |                            |                     | 1              |         |                |                       | 1                          |                             |                      |                 |                 |                         | 1                | 1                            | 1       |                       |                     |                   | 1                             |                                 | 1                                       |                     |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         | 1                    | 1                   |   |   |  |
| PROF 12                  |  | 1   | 1      | 1             | 1           |                           |                            |                     | 1              |         | 1              | 1                     |                            |                             |                      |                 | 1               | 1                       | 1                |                              |         |                       | 1                   |                   | 1                             |                                 |   | 1                   |                      |                    |                            |                 |                                     |                  |                         |                      |                     | 1 |   |  |

