



Uso de los Mapas de Proyectos-Productos para Identificar la Relación entre las Áreas de Fortaleza y de Competencia en un Centro de I&DT

Luis Roberto Vega- González ¹

Abstract

Like living beings, all organizations evolve; nevertheless, in the case of complex organizations, their evolutions aren't natural and must be directed through a strategic management permanent process. The managed evolution determines their strength and competence areas. Understanding the relation between strength and competence areas in complex organizations as the research and development (R&D) institutes and centers, is highly relevant since it requires a deep knowledge of the system, including its constitutive elements, actuation areas, and internal and external interrelations. R&D organizations are complex because multiple knowledge areas are cultivated in them and the actuating organizational variables are innumerable. In this paper a method to identify the competence areas of an R&D Mexican university center, is presented. The method is based in the analysis of the organization's evolution and the financed projects-products maps.

Keywords: R&D centers organizational evolution; project-products maps; strength and competence areas.

Resumen

A semejanza de los seres vivos toda organización evoluciona; sin embargo, en el caso de las organizaciones complejas su evolución no es natural sino que debe ser dirigida a través de un proceso permanente de administración estratégica. De esta manera, la evolución dirigida determina las áreas de fortaleza y de competencia de la misma. Entender la relación entre las áreas de fortaleza y de competencia en organizaciones tan complejas como los institutos y centros de investigación y desarrollo tecnológico (I&DT), es un asunto de alta relevancia ya que se requiere profundizar en el conocimiento del sistema, de sus elementos constitutivos, de sus áreas de actuación y de sus interrelaciones internas y externas. Las organizaciones en las que se realiza I&DT son complejas porque en ellas se cultivan múltiples áreas del conocimiento, y las variables organizacionales que intervienen en las mismas son innumerables. En este trabajo se presenta un método para identificar las áreas de competencia de un Centro de I&DT universitario Mexicano, a partir del estudio de su evolución y de la construcción y análisis de mapas de proyectos patrocinados.

Palabras clave: Áreas de fortaleza y de competencia; evolución organizacional de centros de I&DT; mapas proyectos-productos.

¹ Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional Autónoma de México (CCADET-UNAM). Coordinación de Vinculación y Gestión Tecnológica; Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Colonia Copilco el Alto Coyoacán, CP 09890. Apartado Postal 70-186, México DF. Tel. (52)-5-56228602 ext. 1135, 1185; Fax (52)-5-56228626. Correo electrónico: roberto.vega@ccadet.unam.mx; lrv@servidor.unam.mx

Introducción

Los dirigentes de las organizaciones públicas que realizan investigación y desarrollo tecnológico (I&DT) enfrentan diversos problemas organizacionales como los de lograr que su organización cumpla plenamente con su misión, la mejora continua de la calidad de sus productos de conocimiento y la medición de su desempeño y de su impacto social. La herramienta de gestión fundamental con la que cuentan para tal efecto, es la administración estratégica. Para administrar los procesos de I&DT algunas organizaciones han adoptado técnicas como el control total de la calidad (TQM, por sus siglas en inglés); sin embargo, uno de los aspectos clave de la administración de la calidad es la necesidad de medir el desempeño organizacional. Medir permite inducir cambios en el comportamiento organizacional para manejar su comportamiento. (Miller, 1995; Schumann et al., 1995; citados por Drongelen & Cook, 1997, pp. 345). Por esa razón, prácticamente en todas las instituciones de I&DT públicas, sus miembros académicos presentan planes de trabajo que son revisados y evaluados anualmente por sus órganos de dirección.

Por otra parte, la diversidad de definiciones para el desempeño y la complejidad del problema de medición en organizaciones de I&DT ha resultado en una situación en la que hay escasas de técnicas generalmente aceptadas. Según Choi (2005), la dificultad estriba en que mientras la I&DT tiene una entrada medible, la salida normalmente es intangible y difícil de medir; además de que para que haya retorno de una organización de I&DT se requiere de al menos una o dos décadas de operaciones productivas, lo que significa que la inercia del sistema y por lo tanto el tiempo requerido para obtener resultados tangibles es mucho mayor que a nivel industrial.

En la literatura las técnicas para medir el desempeño de la I&DT se pueden clasificar en tres categorías: cuantitativas, semi-cuantitativas y cualitativas. Las técnicas cuantitativas son muy directas, generan indicadores del desempeño de la I&DT usando algoritmos específicos, fórmulas o relaciones que se enfocan en dimensiones tangibles y medibles (Bremser & Barsky, 2004).

Las técnicas semi-cuantitativas son básicamente juicios intuitivos que se convierten a números, un ejemplo clásico presentado por Doctor, et. al., (2001), es la técnica de árboles de decisión y las gráficas de redes de flujos causa-efecto. (Chun-Hsien, et. al., 2010). Estas técnicas

difieren de las técnicas cuantitativas en el hecho de que no intentan usar fórmulas sofisticadas o compilar los datos sino que usan técnicas como promedios o índices para simplificar las salidas.

Las técnicas cualitativas se basan esencialmente en juicios intuitivos y se clasifican en autoevaluaciones, calificación por supervisores, por pares y auditorías externas; se enfocan en áreas tales como la cultura organizacional, el liderazgo, la moral y los valores de los empleados. Werner & Souder, (1997) concluyeron que la evaluación del desempeño de la I&DT debe realizarse a través de un sistema de medición integrado en el cual se deben combinar simultáneamente métricas cualitativas y cuantitativas.

Relación entre la evolución de una organización de I&DT y sus competencias

En la Figura 1 se presenta nuestra interpretación del modelo propuesto por Hauser, (1998) para la evaluación de la investigación, desarrollo e ingeniería. El modelo es el resultado de un estudio efectuado a 10 organizaciones internacionales dedicadas a la investigación intensiva, realizado por el Centro Internacional de Investigaciones sobre Administración de la Tecnología (ICRMOT, por sus siglas en inglés), de la Escuela de Administración Sloan del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Las organizaciones estudiadas fueron las siguientes: Chevron Petroleum Technology, Hoechst Celanese ATG, AT&T Bell Laboratories, Bosch GmbH, US Army Missile RDEC, Army Research Laboratory, Schlumberger Measurement & Systems, Electricite de France, Cable & Wireless PLC, Polaroid Corporation, y Varian Vacuum Products.

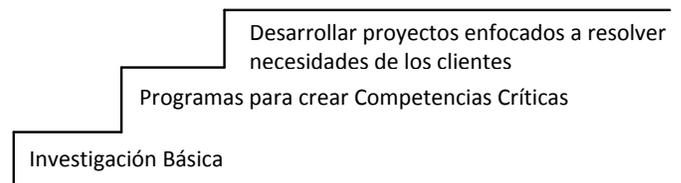


Figura 1 Modelo de competencias propuesto por Hauser, (1998)

El modelo es una metáfora de escalones, o etapas por las que deben pasar las organizaciones intensivas en investigación, desarrollo tecnológico e ingeniería. La propuesta contempla que en un principio las organizaciones deben realizar investigación básica cuyos resultados posteriormente deberán ser aplicados en programas dirigidos al desarrollo de competencias críticas, las que finalmente permitirán desarrollar proyectos enfocados a resolver necesidades de los clientes. A este proceso de desarrollo se conoce como “impulsado por el cliente” (customer driven).

El modelo es extraordinariamente sintético por lo que no es posible establecer cómo es que la organización que realiza I&DT e ingeniería puede llegar a la cima. En la Figura 2 se presenta nuestra propuesta de ampliación para el modelo anterior, realizada bajo la premisa de que cuando la organización es dirigida con la administración

estratégica adecuada, se establece una relación directa entre la evolución de las competencias organizacionales y la evolución de la misma.

Para lograr que la organización cumpla plenamente con su misión, es necesario que desde que nace o se crea, cuente con la infraestructura primordial necesaria y poco a poco se integren a ella los equipos y los diversos recursos materiales necesarios así como los individuos que estableciendo objetivos comunes y coherentes con la misión organizacional formarán posteriormente los grupos de I&DT. Los recursos intelectuales son los elementos básicos que permitirán que la institución evolucione a partir de un plan estratégico fundamental. Con los recursos de infraestructura, equipos, materiales, humanos y de capital intelectual disponibles, es posible realizar investigación básica, lo cual es consistente con el modelo original de Hauser (op. Cit).



Figura 2 Relación entre fortalezas competitivas y evolución organizacional (Elaboración propia)

La segunda etapa de la pirámide se presenta cuando la organización es muy joven y se caracteriza por el desarrollo de las habilidades individuales y de grupo para atender a las demandas de creación de la organización, en esta etapa se establecen las áreas de desarrollo que serán las dominantes en la vida de la misma. En el tercer escalón la organización es aún joven y se caracteriza porque los individuos forman grupos con líneas de I&DT coherentes; es decir, además de la capacitación y la especialización existen objetivos y metas comunes, las cuales definirán las áreas de fortaleza organizacional. Durante las etapas primarias de establecimiento y juventud, debido a que aún no cuenta con la solides requerida, la organización continúa realizando proyectos de investigación, pero las capacidades para el desarrollo tecnológico aún no están suficientemente consolidadas para realizar proyectos de alcance significativo para clientes externos, debido al compromiso que estos representan, de tal manera que los proyectos de desarrollo tecnológico que se realizan son principalmente para satisfacer demandas internas o de instituciones hermanas.

Hacia la cuarta etapa la organización ya presenta madurez y cuenta con grupos de trabajo organizados y coherentes, por lo que poco a poco se desarrollan proyectos solicitados por clientes externos, definiendo las áreas de competencia organizacional. Cuando los diferentes grupos de la organización logran integrarse transversalmente, para la solución de problemas y el desarrollo de proyectos, la organización se encuentra en el clímax de la plena madurez y sus competencias críticas determinan sus áreas de consolidación. Este es el punto culminante en el que una organización que realiza I&DT puede realizar proyectos de innovación para satisfacer las necesidades de sus clientes externos. La organización puede continuar madurando y generar múltiples competencias críticas que aunadas al crecimiento en el número de sus miembros puede generar nuevas instituciones que nacerán de la primera y se desprenderán estableciendo sus nuevos objetivos en un proceso que puede ser recurrente.

Identificación de áreas de fortaleza y competencias

Para conocer las capacidades tecnológicas e identificar las áreas de fortaleza de organizaciones maduras, el procedimiento que normalmente se usa es la realización de auditorías tecnológicas. El propósito del presente trabajo es presentar una metodología cualitativa alterna que fue utilizada para identificar las áreas de competencia de un Centro de I&DT de una universidad pública Mexicana, a partir de sus áreas de fortaleza y la relación entre éstas, como paso preliminar para la medida de su desempeño. El método que fue utilizado para entender como es el funcionamiento de la organización actualmente, parte del modelo presentado en la Figura 2 ya que la premisa central es que por medio del análisis de la evolución organizacional se pueden identificar las diferentes etapas evolucionarias de la organización y consecuentemente es posible entender su situación actual y cuáles son sus fortalezas. Las áreas de competencia se derivan de la identificación de las áreas de aplicación a través del análisis de los proyectos patrocinados por organizaciones externas ya que según West & lansati (2003), para medir cualitativamente la acumulación de conocimiento en organizaciones en las que se conjuga la ciencia y la tecnología, las variables más importantes son la experiencia y la experimentación. De tal manera que la parte central del método presentado es el uso de la información disponible sobre los proyectos patrocinados que ha desarrollado la organización a lo largo de su evolución. A continuación se presenta el estudio de caso.

El Centro de Instrumentos como una unidad de servicios

El Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), tuvo sus antecedentes en el Centro de Instrumentos (CI) es una organización joven, ya que fue creado en 1971. Sus objetivos de creación, hablaban de acciones específicas orientadas hacia el interior de la UNAM, tales como diseñar y construir equipo y material didáctico bajo el pedido de escuelas, facultades, institutos y otros centros de la UNAM; colaborar con las distintas dependencias universitarias para la realización de diseños; colaborar con las escuelas, facultades, institutos y con el Colegio de Ciencias y Humanidades en el establecimiento de necesidades, el diseño y construcción de laboratorios, así como de equipo e instrumental.

Por la razón anterior el Centro siempre ha prestado especial atención a las diversas dependencias universitarias por lo que con el objeto de resolver las necesidades de servicio y mantenimiento de los diversos Centros e Institutos del Subsistema de la Investigación Científica y de otras entidades universitarias, se generaron, en sus primeros años de operación diversas unidades de mantenimiento mecánico, eléctrico, electrónico y de capacitación. El CI trabajó en el cumplimiento de sus objetivos de creación y muy pronto fue conocido dentro y fuera de la UNAM.

Bajo esta modalidad de trabajo se desarrollaron partes, subsistemas y ensambles que ya no se encontraban en el mercado refacciones, para mantener en operación equipos de laboratorio tales como centrifugas, refrigeradores, cámaras de viento, hornos, analizadores electrónicos de PH, DBO y muchos otros, cuyo mantenimiento era solicitado por las Facultades de Medicina, Medicina Veterinaria y los Institutos de Biotecnología e Investigaciones Biomédicas, por citar sólo algunos ejemplos. El CI realizó una intensa colaboración con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia convirtiéndose en su aliado tecnológico para el desarrollo de innumerables dispositivos y exhibidores para Museo, solicitados por los Museos de las Ciencias Univesum y el Museo de la Luz.

El CI también desarrolló dispositivos para sustituir instrumentos y partes tecnológicas importadas por los barcos "Justo Sierra" y "El Puma" de la Coordinación de Plataformas Oceanográficas de la UNAM. El Centro también ha colaborado con el Instituto de Astronomía de la UNAM desde hace más de 20 años en el desarrollo y fabricación de telescopios, para dotar de estos instrumentos a los observatorios astronómicos de diversas universidades y organizaciones del país. (Telescopios Géminis 600, 2010)

Durante la segunda década de funcionamiento se consolidó el funcionamiento de las áreas de servicio del CI. En esta época se establecieron Laboratorios como el de Metrología, el de Electrónica, Diseño Mecánico y Pedagogía, entre otros. También se inició el desarrollo de algunos dispositivos tecnológicos aislados, sin una demanda específica. Muy pronto las actividades del CI empezaron a ampliarse y a diversificarse yendo más allá de la ingeniería y los servicios tecnológicos.

Aunque desde sus orígenes el CI fue miembro del subsistema de la investigación científica dentro de la organización universitaria, sus fundadores y la mayoría del perso-

nal que trabajaba en el mismo eran ingenieros y técnicos, por lo que para sustentar su ubicación en el subsistema de investigación, durante dos décadas distintos directores del Centro realizaron intensos trabajos para realizar el reclutamiento de investigadores en áreas relacionadas con la Física y la Ingeniería, ya que normalmente los instrumentos científicos e industriales involucran distintos subsistemas de medición directamente relacionados con áreas como la acústica, la óptica, la mecánica, la electrónica, la fotónica, la química, el desarrollo de nuevos materiales para los sensores y muchas otras. Así, en 1981 fue contratado en el centro el primer investigador en el área de acústica y posteriormente otros en las áreas de óptica y materiales.

De esta forma, a la vez que se cumplían los requerimientos de la Coordinación de la Investigación Científica, el Centro de Instrumentos poco a poco se nutrió con el trabajo de muchos científicos e investigadores; sin embargo, hasta mediados de la tercera década de su funcionamiento, el CI seguía siendo reconocido fundamentalmente como un Centro de Servicios. Con la incorporación creciente de investigadores poco a poco se reorientó su quehacer hasta que en 1996 el CI pasó de ser un centro de servicios a un centro de investigación por acuerdo del Consejo Universitario y con aval del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI) de la UNAM. Plan de desarrollo CCADET (2009-2012)

La investigación aplicada y el desarrollo tecnológico

Durante muchos años la mayor parte de los dispositivos tecnológicos desarrollados estaban dirigidos a complementar los servicios que proporcionaban los diferentes laboratorios del centro. Por ejemplo, el Laboratorio de Metrología, actualmente Ingeniería de Precisión y Metrología, desarrolló el hardware y el software de un robot para medir la planitud del piso de un almacén solicitado por Xerox SA de CV. Otro caso similar ocurrió cuando el Laboratorio de Acústica tuvo que desarrollar diversos dispositivos tecnológicos para estar en capacidad de proveer los servicios solicitados por las empresas Ford Motor Co. y Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

Los dispositivos tecnológicos desarrollados por el CI frecuentemente se utilizaron para proveer los bancos experimentales de sus propios laboratorios de investigación

así como los de otras Facultades, Centros e Institutos universitarios. Esta línea de trabajo ha dado origen a una gran cantidad de dispositivos ópticos, acústicos y mecánicos para muy diversas aplicaciones en la que han colaborado grupos académicos del Departamento de Instrumentación y Medición como los de Electrónica, Micromecánica y Mecatrónica, en colaboración con la Sección de Prototipos del Centro. En muchos grupos académicos además de contar con capacidades para el desarrollo de dispositivos también se realiza investigación tecnológica, tal es el caso del grupo de Ingeniería de Procesos en el que se realizan proyectos relacionados con la mecánica de fluidos. En el grupo de Sensores Ópticos y Electrónicos se desarrolla investigación de frontera en el tema de los nuevos materiales aplicados a la detección y medición de variables. Por su área de aplicación, este grupo trabaja en proyectos comunes con otros laboratorios como el de Materiales y Nanotecnología en el que desarrollan nuevos materiales y conocimiento básico en ciencia y tecnología de frontera y el de Fotofísica y Películas Delgadas, en el que se estudian fenómenos ópticos como la interacción entre el láser y la materia, entre otros.

La investigación de fenómenos de las vibraciones en los campos de la óptica corpusculares y las señales electromagnéticas es relevante en el centro ya que uno de los cuatro Departamentos que conforman su estructura académica, es el Departamento de Óptica y Microondas conformado por más de la tercera parte del total de investigadores con los que cuenta el centro en los grupos académicos de: Óptica no Lineal, Fotónica de Microondas, Sistemas Ópticos y Microlitografía. También se estudian los fenómenos relacionados con las vibraciones mecánicas y el sonido. Este es el campo del grupo académico de Acústica y Vibraciones, que cuenta con instalaciones muy importantes para el desarrollo de sus investigaciones tales como una cámara anecoica acústica, una cámara de reverberación y una cámara de transmisión, todas ellas instaladas en un edificio que cuenta con cimientos flotados para eliminar las interferencias de las vibraciones del suelo, lo cual lo hace uno de los Laboratorios más importantes de su tipo en Latinoamérica.

Una de las áreas de investigación y desarrollo más sobresalientes en la que el centro ha destacado a lo largo de toda su existencia, recibiendo diversos premios de diseño, y obteniendo un número muy importante de certificados de propiedad intelectual tales como derechos de autor y marcas, ha sido en el campo de la educación

en ciencias, particularmente en el campo del desarrollo de equipos y materiales didácticos, esto ha propiciado el reacomodo (rewiring) entre los grupos académicos y su maduración lo que ha fomentando su capacidad de absorción y su habilidad de innovación. (Hyukjoon & Yongtae, 2009). Así se han conformado los grupos académicos actuales como el de Cognición y Didáctica de las Ciencias y con el advenimiento creciente de la computadora aplicada a la educación el de Telemática para la Educación y el de Sistemas y Espacios Interactivos para la Educación, Multimedia y Ambientes Virtuales.

La proliferación de aplicaciones computacionales ha sido una herramienta muy poderosa para la investigación y el desarrollo. Así, en forma muy natural, investigadores del CI mostraron interés por el desarrollo de software para el reconocimiento de imágenes médicas. Este tipo de investigación ha sido tan importante que ha dado lugar a dos grupos académicos actuales: el Grupo de Imágenes y Visualización y el Grupo de Visión Artificial y Bioinformática. Por su parte, el grupo de Modelado y Simulación de Procesos ha incursionado en el campo biomédico y organizacional, utilizando sistemas computacionales y estadística para el análisis de señales electro cardiográficas y su restauración a partir del análisis de datos; modelos de epidemiología de cáncer, modelos para la industria del petróleo y de sistemas de control de acceso. Por la gran importancia que tienen actualmente, otro de los Departamentos del Centro es el de Tecnologías de la Información, las cuales tienen aplicación en prácticamente todos los ámbitos de la vida moderna por lo que este departamento cuenta con los siguientes grupos académicos: Cibernética y Sistemas Complejos, Computación Neuronal, Gestión Estratégica de la Innovación, Multimedia y Ambientes Virtuales, Sistemas de Soporte Informático en Organizaciones, Sistemas Inteligentes y los ya mencionados de Telemática para la Educación y Sistemas y Espacios Interactivos para la Educación.

Hacia finales de la última década del siglo pasado y durante los primeros tres años del presente la experiencia acumulada y los lineamientos dictados por la Dirección del Centro, surgidos de la visión de la Rectoría y e la Coordinación de la Investigación Científica han orientado el quehacer del Centro hacia la solución de problemas nacionales. Esto, sumado a la madurez en las áreas de Investigación motivó a que el 1° de abril de 2002 el Consejo Técnico de la Investigación Científica acordara cambiar el nombre de Centro de Instrumentos por el de Centro de

Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico. (CCADET). La misión del Centro en esta nueva época se modificó. El Centro no debería ser reconocido en su medio como un Centro de Servicios, sino, como una organización con capacidades de mayor envergadura. Actualmente el CCADET debe realizar investigaciones aplicadas y desarrollar tecnología para resolver problemas específicos. Evidentemente subsisten las áreas de desarrollo de dispositivos tecnológicos para solventar demandas internas tanto del centro como de otras dependencias universitarias.

La situación actual del CCADET

Hoy en día el centro ha entrado en su etapa de madurez y su orientación es muy clara, ya que tanto las áreas de investigación como las áreas de desarrollo tecnológico dirigen sus esfuerzos al desarrollo de proyectos que provean soluciones tecnológicas integrales a las organizaciones externas demandantes de tecnología. El objetivo es que las tecnologías desarrolladas por el centro impacten y mejoren la competitividad de las organizaciones patrocinadoras. Esta es una de las formas en la que la universidad puede contribuir en la solución de problemas nacionales.

Los grupos académicos del centro están orientados hacia la demanda, pero la variante es que no solo hay preocupación por atender a las instituciones al interior de la universidad, sino también por atender y colaborar con organizaciones patrocinadoras externas, incluyendo tanto organizaciones públicas como empresas de la iniciativa privada, intentando que los paquetes tecnológicos desarrollados formen parte de todo un proceso de innovación.

La Figura 3 muestra gráficamente las distintas etapas detectadas en la evolución que ha seguido el CCADET en cuanto a sus capacidades de I&DT. Aprovechando su crecimiento y su multidisciplinaria, en la época actual el enfoque del Centro es la integración de sus diferentes grupos que desarrollan ciencia y tecnología, por lo que la organización se encuentra en el cuarto escalón de la pirámide ya que al apoyar conscientemente los esfuerzos de competitividad de las organizaciones patrocinadoras externas con el desarrollo de tecnología, también desarrolla plenamente sus áreas de aplicación y contribuye a eliminar la dependencia tecnológica y las importaciones.

El CCADET también tiene una clara vocación social por lo que para incidir en los procesos económicos que se dan en el país colabora tanto con organizaciones del sector público como del sector privado.

Desde 2009 ha estado participando activamente como socio para establecer vinculaciones con empresas que presentan propuestas de desarrollo de proyectos a los Fondos Proinnova e Innovapyme de la Secretaría de Economía- CONACYT, (2010).

En el CCADET se sabe que las empresas son actores protagónicos en los procesos de innovación. En el centro se integra la ciencia y la tecnología con la intención de que además de cumplir con sus objetivos académicos fundamentales, se busquen invenciones que al aplicarse contribuyan a la solución de problemas.

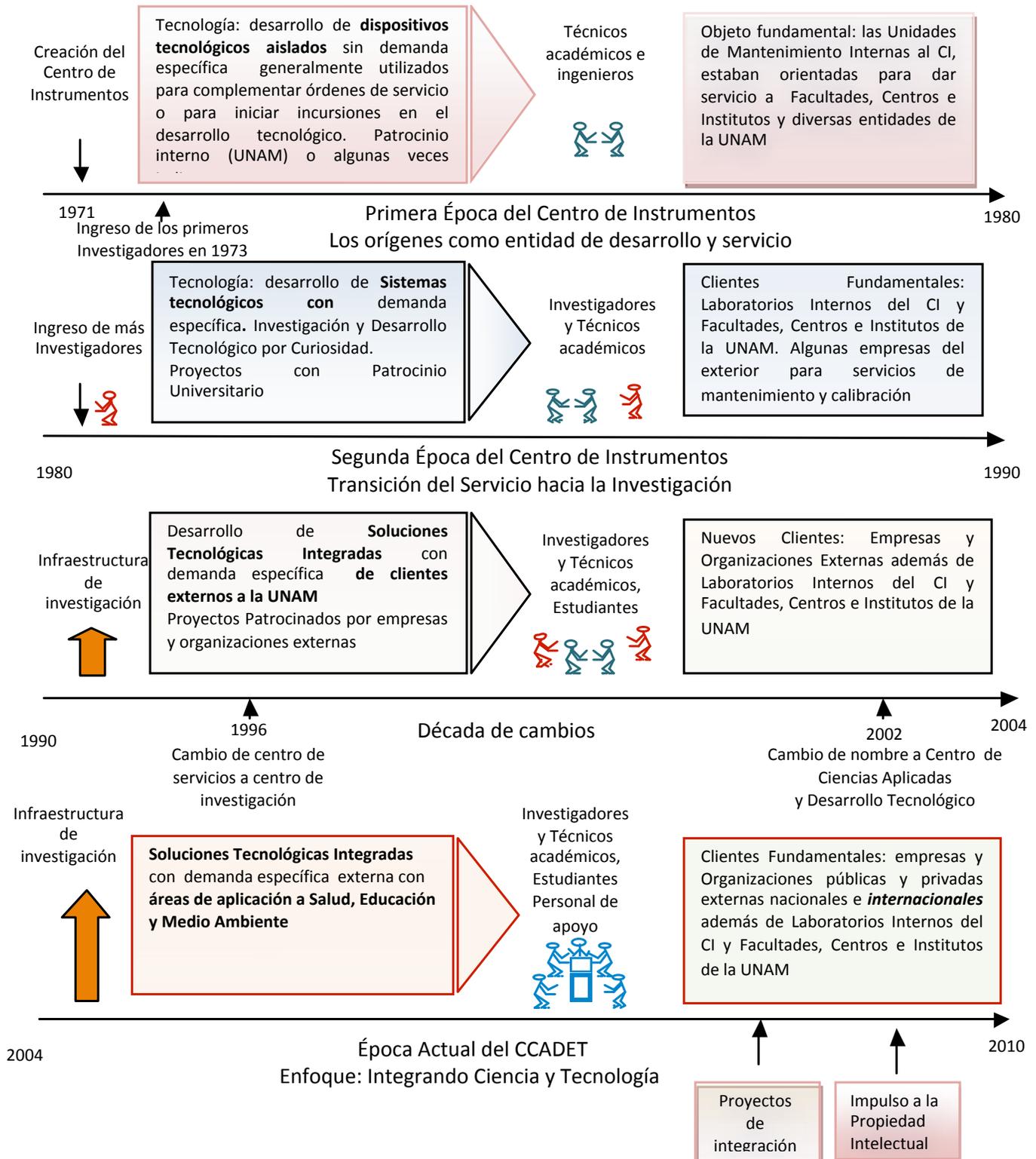


Figura 3 Evolución del CCADET (Vega & Saniger, 2010)

Las invenciones son necesarias para que ocurra la innovación, pero una invención por sí misma no es suficiente, es indispensable la participación de las empresas que lleven adelante los procesos de escalamiento industrial e introducción al mercado. La innovación es multidimensional ya que requiere visión de mercado en lo que respecta a la invención, el estudio de las necesidades del mercado, la planeación de tiempos, la convergencia e integración tecnológica y la estrategia de implementación. (Yerramilli, C. and Sekhar, citados por Connelly, et. al., 2011).

En el CCADET se sabe que las empresas son actores protagónicos en los procesos de innovación. En el centro se integra la ciencia y la tecnología con la intención de que además de cumplir con sus objetivos académicos fundamentales, se busquen invenciones que al aplicarse contribuyan a la solución de problemas; por esa razón, desde 2009 el centro ha estado participando activamente como socio para establecer vinculaciones con empresas que presentan propuestas de desarrollo de proyectos a los Fondos Proinnova e Innovapyme de la Secretaría de Economía- CONACYT, (2010).

Las invenciones son necesarias para que ocurra la innovación, pero una invención por sí misma no es suficiente, es indispensable la participación de las empresas que lleven adelante los procesos de escalamiento industrial e introducción al mercado. La innovación es multidimensional ya que requiere visión de mercado en lo que respecta a la invención, el estudio de las necesidades del mercado, la planeación de tiempos, la convergencia e integración tecnológica y la estrategia de implementación. (Connelly, et. al., 2011).

Si la organización que solicita la colaboración es una institución pública, normalmente se busca que la tecnología desarrollada por el CCADET mejore en algún aspecto o en algún porcentaje la eficiencia en la operación de alguna parte o sección de la misma, con la intención de eliminar la dependencia tecnológica y generar tecnología apropiada y propia. En ese sentido, el centro participa en los procesos de innovación organizacional a través de la administración y desarrollo de proyectos que resultan de las iniciativas de cambio innovadoras de las organizaciones patrocinadoras externas para las que se colabora para el desarrollo de proyectos. (Davenport, et. al., 1996)

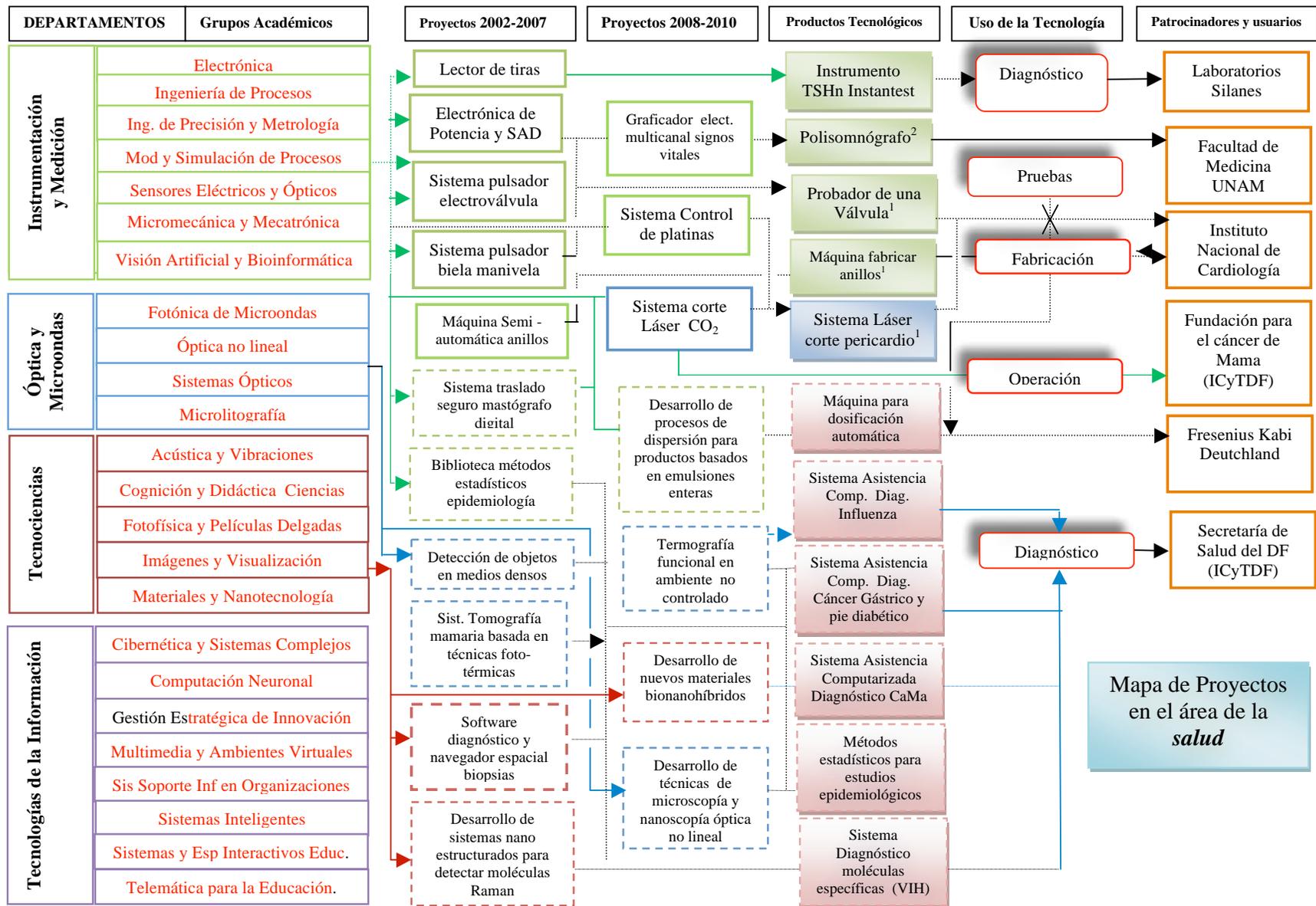
Después de un intenso análisis realizado entre los años 2005 y 2006 por las autoridades del Centro, en consulta permanente con sus miembros, se determinó que las áreas del conocimiento que se cultivan hoy en día están agrupadas en los cuatro departamentos aprobados por su Consejo Interno, que son los siguientes: instrumentación y medición, óptica, tecnociencias y tecnologías de la información, por lo tanto éstas áreas del conocimiento son consideradas como sus áreas de fortaleza por parte de sus propios miembros académicos.

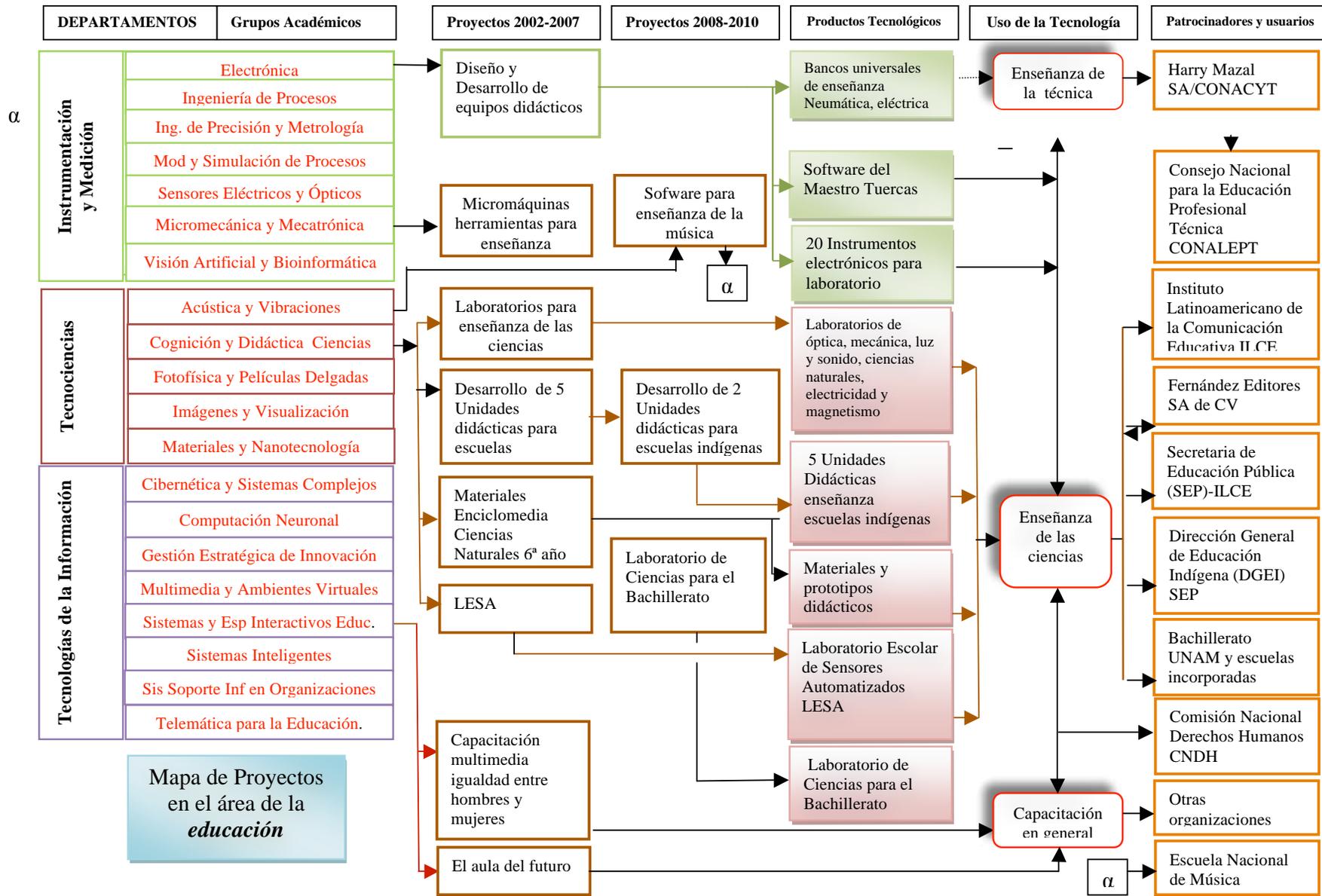
Relación entre las áreas de fortaleza y las áreas de competencia

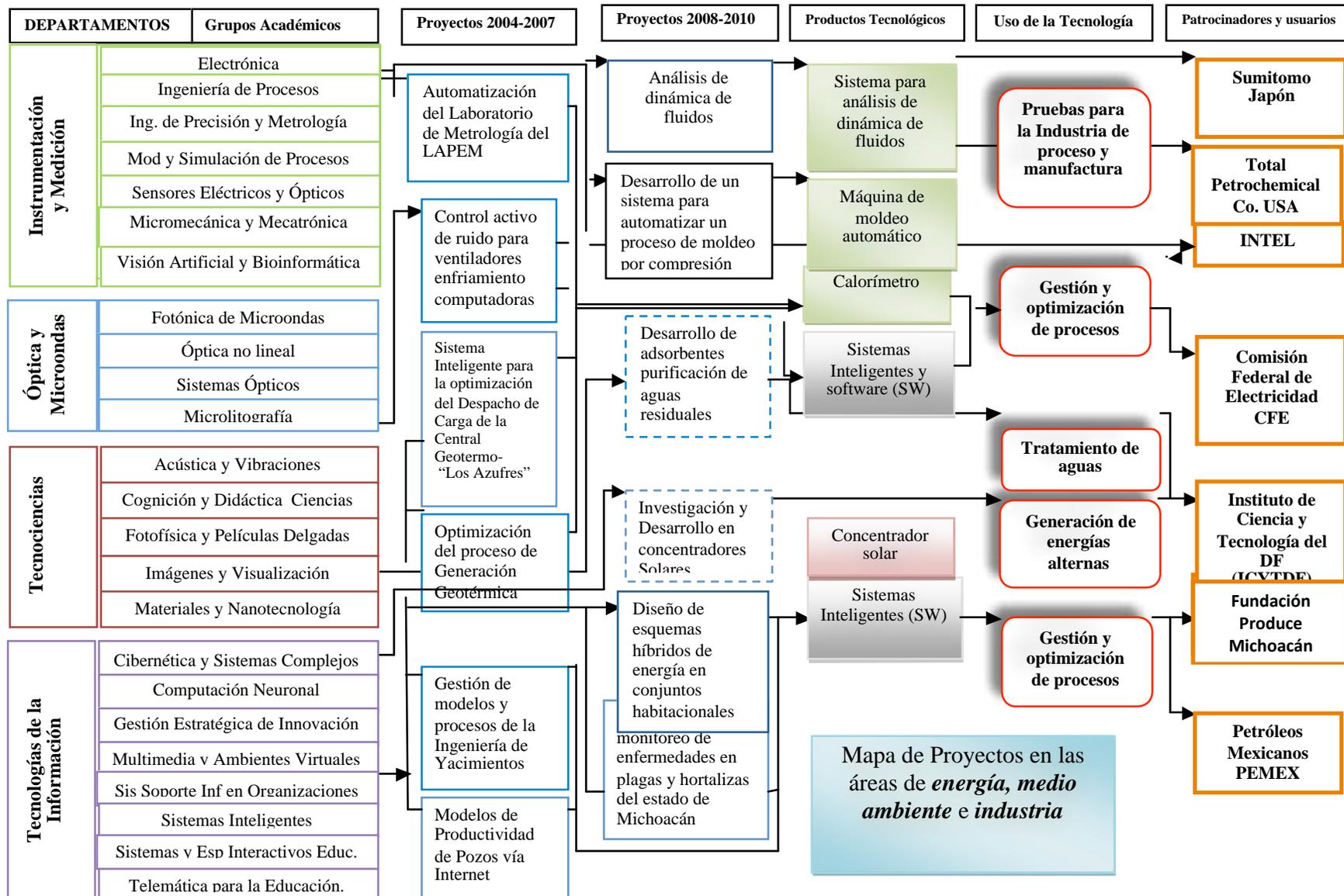
En la sección anterior determinamos que el centro se encuentra entrando a su etapa de madurez y cuáles son sus áreas de fortaleza. A continuación determinaremos sus áreas de competencia, a través del análisis de los proyectos patrocinados que ha realizado el centro durante su última etapa evolutiva; la clave es, buscar sus áreas de aplicación principales.

Aunque en el centro se realizan diversos proyectos de investigación básica, aplicada y de desarrollo tecnológico con el patrocinio de instituciones de fomento como el CONACYT, el ICYTDF así como de programas diversos de la misma universidad; para encontrar sus áreas de competencia, solo analizaremos la situación de los proyectos que cuentan con financiamiento externo. Este es el indicador más importante para el efecto ya que señala dos cosas: (a) en un entorno en el que hay escases de recursos financieros hay organizaciones o sectores que están teniendo la confianza en el CCADET para realizar sus desarrollos y aportan o promueven la aportación de recursos económicos, (b) la organización ha desarrollado competencias de I&DT y de gestión tecnológica y administrativa que le permiten asumir y cumplir compromisos reales con sus patrocinadores a través de la integración transversal de sus diversos grupos académicos.

Para encontrar las áreas de aplicación se desarrolló una versión modificada de los mapas de proyectos-productos de Groenveld (2007), mostrados en las figuras 4, 5 y 6 siguientes







Para construir los mapas se seleccionaron en primer lugar todos los proyectos con patrocinio externo, para ser incluidos en los mismos, cuidando que los proyectos tuvieran alcances y resultados tecnológicos significativos. Del lado izquierdo se incluyeron las áreas de fortaleza del centro, constituidas por sus diferentes departamentos; posteriormente se agregaron los proyectos mostrando por medio de diferentes líneas de interconexión la forma en la que los mismos se realizaron, o se están realizando. Las líneas de interconexión muestran como se ha dado la integración de diversos grupos académicos.

Los proyectos se agruparon en dos periodos de tiempo de la última década. Como resultado, del lado derecho se muestran los productos tecnológicos y los usuarios y/o patrocinadores a quienes van dirigidos los esfuerzos. Por la densidad de proyectos, las áreas de aplicación quedaron definidas en diferentes mapas. Así podemos ver que las áreas de aplicación principal durante la última etapa en la vida del centro han sido los proyectos para los sectores de la salud, la educación en ciencia y tecnología y la energía y el medioambiente.

Conclusiones

Analizando la evolución del centro, en primer lugar encontramos que se encuentra iniciando su etapa de madurez. Adicionalmente identificamos que actualmente el CCADET se orienta hacia el desarrollo de proyectos en los que se integren la ciencia y la tecnología estableciendo colaboraciones con organizaciones internas y externas a la universidad con el propósito de desarrollar productos tecnológicos que contribuyan al aumento de la competitividad de las organizaciones. Los proyectos patrocinados muestran que la interacción, la comunicación, la cooperación y el establecimiento de relaciones de confianza tanto al interior como al exterior de la organización han sido mecanismos clave que han contribuido al desarrollo y a la evolución del centro. (Díaz, & Arechavala, 2007).

También observamos que durante la última década, el CCADET ha firmado convenios de desarrollo de tecnología en los que diferentes organizaciones públicas y privadas externas han financiado diversos proyectos al centro, cuyos resultados han permitido definir que las áreas de la educación, la salud, la energía y el medio ambiente se han convertido en sus áreas de aplicación prioritarias y por lo tanto en sus áreas de competencia.

El aprendizaje y la maduración de la organización ha tomado casi cuatro décadas, pero se tiene la expectativa

de que en los años siguientes se consolidará como una institución líder en el campo de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, para servir adecuadamente a la sociedad Mexicana y aportar la parte que le corresponde para el cumplimiento de la misión institucional, en el sentido de que la UNAM en su conjunto tiene el mandato de contribuir a la solución de los problemas nacionales.

Para convertir su visión en realidad, sin lugar a dudas los activos intangibles más importantes del CCADET serán el conocimiento y las competencias de los diferentes grupos académicos conformados por los científicos, ingenieros, diseñadores, técnicos, así como con el personal administrativo y de apoyo con el que cuenta la institución.

Referencias

BREMSER, Wayne G.; Barsky, Noah P., (2004). Utilizing the balanced scorecard for R&D performance measurement. *R&D Management*, Jun, Vol. 34 Issue 3, pp.229-238. Blackwell Publishers Ltd.

CHOI, D, O., (2005). Productivity measurement and evaluation models with application to a military R&D organization. *International Journal of Technology Management*. Vol. 32, Nos. ¾; pp. 408-436. Inderscience Enterprises Ltd.

CHUN-HSIEN Wang, Yang-Chieh Chin, Gwo-Hshiung Tzeng; (2010). Mining the R&D innovation performance processes for high-tech firms based on rough set theory. *Technovation*. Vol. 30; pp. 447-458. Elsevier.

CONACYT, (2010); Términos de Referencia Innovapyme: Disponible en: <http://www.conacyt.mx/Estimulos/2009/Terminos-Referencia-INNOVAPYME.pdf>. Consultado el 8 de mayo de 2010.

CONNELLY, M. C., Dismukes, J. P., Sekhar, J. A., (2011). New relationships between production and patent activity during the high-growth life cycle stage for materials. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol.78 (2), pp. 303-318.

DAVENPORT, Thomas H.; Jarvenpaa, Sirkka L.; Beers, Michael C., (1996). Improving knowledge work processes. *Sloan Management Review*, summer, Vol. 37 Issue 4, pp.53-65.

DIAZ, P. C., Arechavala V. R., (2007). *La operación de centros de investigación y desarrollo tecnológico: claves para su desempeño y consolidación*. Memorias del XI Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas, ACA-CIA, 22 al 27 de mayo Guadalajara Jalisco, México.

DOCTOR, R. N., Newton, D. P., Pearson, A., (2001), Managing Uncertainty in R&D. *Technovation*. Vol. 21; pp.79-90. Elsevier.

GROENVELD, P., (2007). Roadmapping integrates business and technology. *Research Technology Management*. Vol. 50. No. 6; pp.49-58.

HAUSER, John R., (1998). Research, Development, and Engineering Metrics. *Management Science*, Dec. Part 1 of 2, Vol. 44 Issue 12, p1670-1689.

HYUKJOON, K., Yongtae, P., (2009), Structural effects of R&D collaboration network on knowledge diffusion performance. *Expert Systems with Applications*. Vol. 36, Issue 5; pp. 8986-8992. Elsevier.

DRONGELEN, Inge C. Kerssen; Cook, Andrew. (1997) *R&D Management*, Oct, Vol. 27 Issue 4, pp. 345-357. Blackwell Publishers Ltd.

MILLER, R., (1995), Applying quality practices to R&D. *Research & Technology Management*, March-April pp. 47-53.

PLAN DE DESARROLLO DEL CCADET (2009-2012); disponible en: http://www.ccadet.unam.mx/direccion/plan/PLAN_DESARROLLO_%202009_2012.pdf; consultado el 02 de febrero de 2010.

SCHUMANN_Jr., Paul A.; Ransley, Derek L., (1995). Measuring R&D Performance. *Research Technology Management*, May/Jun, Vol. 38 Issue 3, p45, 10p, 5

TELESCOPIOS GEMINIS 600, El CCADET, disponible en: <http://www.cinstrum.unam.mx/>; consultado 15 de febrero 2010.

VEGA González L. R., Saniger Blesa J. M., (2010), Las diferentes épocas de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico del CCADET, *Innovación y Competitividad*, Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico (ADIAT), A.C., Año VIII, No. 40; pp. 28-36.

WERNER, Bjorn M.; Souder, William E., (1997). *Research Technology Management*, May/June, Vol. 40 Issue 3, pp. 34-42.

WEST, J., lansati, M., (2003). Experience, experimentation and accumulation of knowledge: the evolution of R&D in the semiconductor industry. *Research Policy*. Vol. 32; pp. 809-825. Elsevier.