

# **La división cognitiva del trabajo como fundamento del proceso de innovación: el caso de una empresa biotecnológica mexicana**

*Mario Alberto Morales Sánchez* - Universidad Nacional Autónoma de México

*Marcela Amaro Rosales* - Universidad Autónoma Metropolitana

## **Resumen**

El objetivo de esta ponencia es proponer un marco analítico para el estudio de la generación de innovaciones productivas en función de la división cognitiva del trabajo al interior de las empresas. Se plantea que en las empresas de alta tecnología, concretamente en el sector farmacéutico, existe una relación muy importante entre los resultados en materia de generación de nuevos productos y procesos y la manera en que se dividen las labores cognitivas al interior de la firma. Desde la perspectiva aquí propuesta los procesos de aprendizaje organizacional son altamente influidos por la división cognitiva del trabajo, ya que delimita y potencializa las capacidades tecnológicas y de innovación en las empresas. En las empresas innovadoras pertenecientes al ramo farmacéutico se constata un marcado contraste entre la división del trabajo tradicional tal como Adam Smith la concibió, y la división del trabajo cognitivo; a tal grado que la segunda resulta crucial para la generación de conocimiento útil que posteriormente se transforma en desarrollos innovadores.

La innovación es un proceso complejo que requiere de distintos actores y nuevas formas de organización del trabajo. En la actualidad, la generación de valor agregado implica la producción de bienes especializados con un alto grado de conocimiento incorporado. El conocimiento se ha convertido en una de los componentes más importantes en las economías y en las sociedades, de manera que para las empresas que se desenvuelven en sectores nuevos donde el componente tecnológico e innovador es motor de sus ganancias, la división del trabajo tradicional ha sido superada por una nueva forma organizativa. Las tesis expuestas a lo largo de esta ponencia, se corroboran mediante algunos resultados empíricos obtenidos de un estudio de caso realizado en una empresa de alta tecnología del ramo farmacéutico mexicano. Se presentará la forma concreta en que se configura la división cognitiva del trabajo en dicha empresa, y la importancia que ha tenido en el logro de sus resultados productivos y económicos de alto impacto en el mercado local e internacional.

**Palabras clave:** Gestión de la innovación, división cognitiva del trabajo, proceso de innovación, empresas basadas en el conocimiento y biotecnología

## **1. Introducción**

El objetivo de este trabajo es incorporar en el debate actual sobre los determinantes del proceso de innovación el concepto de división cognitiva del trabajo, como un elemento fundamental de explicación. En sus orígenes, el proceso de división del trabajo tal y

como fue conceptualizado por Adam Smith (1776/2004:9-11), se convirtió en un factor crucial para explicar el incremento de la productividad de las empresas. En un nivel micro, dicho proceso se encuentra asociado generalmente a la especialización de las tareas físicas que realizan los trabajadores en función de su capacitación o habilidades y de su interacción con las maquinas-herramientas que intervienen en el proceso productivo; mientras que en un nivel organizacional, se asocia con la integración vertical de departamentos o unidades de tarea especializadas.

Pero ¿qué ocurre cuando los determinantes de las ventajas competitivas de las empresas innovadoras dependen cada vez más de su capacidad para asimilar, generar y transmitir conocimiento? ¿El concepto tradicional de división del trabajo sigue siendo una categoría analítica adecuada para comprender actividades como la especialización en los segmentos de la cadena de valor intensivos en conocimiento, propia de las empresas innovadoras? Lo que se propone en este texto es que el concepto tradicional de división del trabajo asociado a la división de las tareas físicas de los trabajadores y a la integración vertical de unidades de tarea, si bien sigue siendo útil en el análisis de una gran cantidad de sectores, parece ser poco funcional para la comprensión de los procesos de innovación en empresas con un elevado capital intelectual e intensivas en conocimiento.

En las empresas que se encuentran en sectores intensivos en conocimiento como el biotecnológico, las estrategias internas descansan en gran medida en las capacidades cognitivas de los agentes y menos en la especialización física de las labores productivas. En estos casos, las empresas se encuentran conformadas primordialmente por científicos con distintos niveles de experiencia y especialización, que se encargan de monitorear el ambiente, proponer soluciones a problemas concretos y encontrar nuevos nichos de mercado. La implementación de soluciones innovadoras radica en la capacidad de estos agentes para encontrar soluciones novedosas a los problemas que se plantean, mediante técnicas como el *learning by doing* y la generación de rutinas (Cohen, 1991), y con base en inferencias estratégicas provenientes de modelos mentales generados y compartidos en la organización (Mantzavinos, 2001:67-69). En todo caso, existe un proceso de especialización basada en las capacidades cognitivas de los agentes, las cuales condicionan su lugar en la jerarquía empresarial.

La tesis fundamental que se esboza en este trabajo afirma que uno de los determinantes principales de la innovación en sectores intensivos en conocimiento como el biotecnológico, es la especificidad y especialización de las actividades cognitivas de los agentes que intervienen en el proceso. Las tareas físicas se convierten en un elemento de apoyo importante pero secundario. El concepto de Smith referente a la división del trabajo puede ser útil para el estudio de las empresas en sectores intensivos en conocimiento,<sup>1</sup> pero es necesario modificar su relación causal, ya que no son las actividades físicas que realiza el individuo las que determinan la generación y especialización de sus capacidades productivas, sino que son precisamente las

---

<sup>1</sup> Existe una dimensión crucial en la definición de división del trabajo propuesta por Smith, que no ha sido suficientemente explorada por la teoría económica y que puede ayudar a comprender el proceso cognitivo que se desarrolla al interior de empresa. De acuerdo con Antonelli (2008) en la esencia del concepto de división del trabajo en Smith se encuentra implícita la dimensión de acumulación de competencias y conocimientos por parte del agente individual (Antonelli, 2008:18). Siguiendo a Smith, Antonelli plantea que al incrementar los poderes productivos de los individuos, la división del trabajo genera nuevas capacidades cognitivas que, en última instancia, conllevan la generación de procesos innovadores. El concepto de Smith cobra así un nuevo sentido al incorporar el factor cognitivo como una premisa fundamental en el desempeño empresarial.

capacidades cognitivas de los agentes las que determina su lugar en la jerarquía empresarial. La conformación de estructuras empresariales basadas en las capacidades cognitivas individuales, es lo que aquí se denomina *división cognitiva del trabajo*.

Este artículo se estructura de la siguiente manera. El presente apartado, muestra la introducción al problema de investigación; en el segundo apartado se exponen los componentes teóricos del concepto de división cognitiva del trabajo. Se plantea la importancia de las capacidades cognitivas presentes en el agente empresarial y de sus interrelaciones en un contexto organizacional determinado; además se plantean tres modos genéricos de intercambio de la información, que sirven como elementos analíticos constitutivos de las jerarquías organizacionales basadas en conocimiento. En el tercer apartado se expone un modo particular de división cognitiva del trabajo construido a partir de un estudio de campo realizado a una importante empresa del área biotecnológica en México. Se explica cómo se encuentra estructurada la jerarquía interna en esta empresa a partir de las capacidades cognitivas de los agentes. Se plantea además en qué consiste el modelo de gestión tecnológica que aplica dicha empresa y como se relaciona con la división cognitiva del trabajo. Finalmente se concluye enfatizando que las habilidades innovadoras de la empresa estudiada se construyen a partir de las capacidades cognitivas de los agentes, y que son precisamente estas actividades las que le confieren un elemento dinámico y emprendedor.

## 2. Fundamentos teóricos de la división cognitiva del trabajo

El concepto de división cognitiva del trabajo resalta la importancia de las capacidades mentales de los agentes en la generación de soluciones innovadoras. La empresa, al igual que otros sistemas económicos, puede ser representada como un conjunto conformado por tres elementos principales: a) agentes cognitivamente heterogéneos;<sup>2</sup> b) recursos de diversa índole (tanto cognitivos como físicos); y c) por las relaciones (conexiones) que se establecen entre agentes y entre agentes y recursos (Potts 2000:58-59).

Cada agente que participa en una empresa posee modelos mentales propios<sup>3</sup> que “corren” de acuerdo a las señales (información) que logra captar del ambiente.<sup>4</sup> Se parte del supuesto de que la información es el insumo básico para la formación de nuevo conocimiento y que, a su vez, la generación de nuevas combinaciones (innovación) depende tanto del conocimiento adquirido previamente estructurado en modelos

---

<sup>2</sup> La heterogeneidad cognitiva de los agentes depende fundamentalmente de las diferencias existentes en las estructuras mentales que cada uno de ellos posee. De acuerdo con Kitcher (2001:91-97), los agentes procesan de manera distinta cada uno de los estímulos que provienen del ambiente. Un mismo estímulo es procesado de manera distinta por cada agente, lo cual depende tanto del ordenamiento previo de sus modelos mentales como de la prioridad cognitiva o emocional que le confiere.

<sup>3</sup> De acuerdo con Mantzavinos (2001, p. 26), un modelo mental se define como conjuntos de reglas organizados en jerarquías, que actúan por *default* ante problemas concretos. Es un conjunto coherente y transitorio de reglas que le permite al individuo realizar predicciones del ambiente con base en la información disponible.

<sup>4</sup> Los cuales dependen del conocimiento y la experiencia previos acumulados por el agente, pero también del conocimiento contextual que ha sido capaz de generar durante su estancia en un mismo entorno organizacional. No obstante, la capacidad de monitorear el ambiente no sólo depende de las capacidades cognitivas individuales, depende también de las arquitecturas organizacionales que se encuentre en operación corriente en la empresa. Por tal motivo, el número y el tipo de agentes que se encargan de dicho monitoreo puede cambiar de acuerdo a la estructura organizacional.

mentales, como de la información presente en un contexto dado. Dichos modelos condicionan el discernimiento sobre las posibles acciones que los agentes emprenden ante problemas concretos. Los modelos mentales actúan en forma de reglas de decisión de tipo *si* → *entonces*, que son constantemente sometidas a verificación ajuste por medio de la práctica.<sup>5</sup>

Ante cambios sustanciales en la información proveniente del entorno tanto externo como interno, los agentes encargados de monitorear el ambiente modifican sus conductas organizacionales generando nuevas reglas de acción, de acuerdo con la especificidad de la jerarquía en la que actúan. Puesto que se supone la existencia de variedad cognitiva a nivel individual aún dentro de un mismo contexto empresarial, distintos agentes evalúan de manera diferente los parámetros externos e intentan actuar acorde a sus propias valoraciones. En el contexto empresarial las interpretaciones más adecuadas (las que resuelven mejor los problemas), prevalecen y se replican. (Dopfer, 2005: 43-47; Dopfer). Las nuevas acciones no sólo implican modificaciones en el contenido de las prácticas internas, sino también pueden implicar una modificación paulatina de los canales mismos de comunicación y, en consecuencia, en la estructura habitual de toda la empresa.

Para lograr que una o varias reglas individuales se consoliden como soluciones seguidas por toda la empresa y surja a partir de ellas una trayectoria que conduzca a resultados innovadores; es necesario, en primera instancia, que se generalicen en la organización, es decir, que sean seguidas o adoptadas por otros agentes (véase Dopfer y Potts, 2008: 46-50). Una vez que una nueva regla de acción comienza a ser parte de la información disponible para todos los agentes en un contexto empresarial, ocurre un proceso de replicación donde aquellas reglas que son exitosas en la obtención de nuevas combinaciones serán adoptadas cada vez por más agentes, como parte de sus acciones corrientes. Finalmente aparece también un proceso de retención, donde lo que otrora fue una novedad “ideada” por un agente particular se institucionaliza, convirtiéndose en una práctica socialmente aceptada.

Toda organización posee una determinada estructura jerárquica compuesta por cierta división interna del trabajo que se materializa en las distintas unidades de tarea y en sus relaciones internas. Junto con ella (aunque no necesariamente coinciden), se estructura una compleja división de las actividades relacionadas con el procesamiento y utilización de la información (división cognitiva del trabajo); la cual resulta no sólo de la división del trabajo físico especializado, sino también de la heterogeneidad de capacidades cognitivas de los agentes que intervienen en el proceso productivo. (Aoki, 2001:99). La capacidad de procesar la información por parte de los agentes descansa, además de las habilidades adquiridas y de los modelos mentales que ha logrado construir a lo largo de su práctica productiva (conocimiento contextual), en la base tecnológica que opera de manera corriente en el proceso productivo.

---

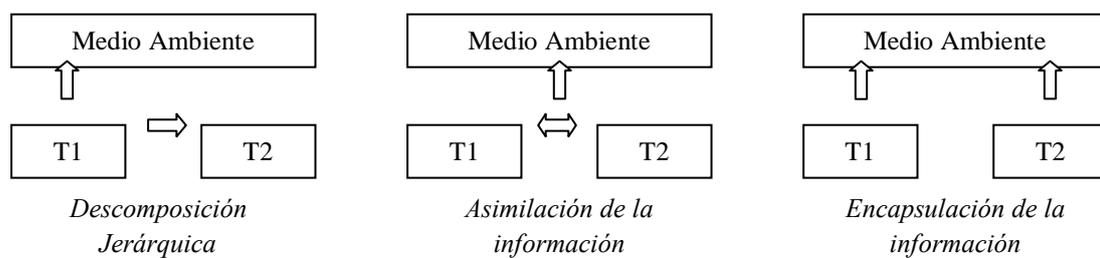
<sup>5</sup> Al respecto véase Hodgson (2007:76). Este tipo de reglas son construcciones mentales que adquieren los individuos durante su práctica, y tienen el objetivo de ahorrar recursos cognitivos, proporcionando respuestas condicionadas de manera automática. Una regla del tipo *si-entonces* funciona como una instrucción inmediata de acción y se construye de la siguiente manera: “Si existe una situación del tipo X realizar la acción Y.” Por ejemplo, “Si ves venir un vehículo a toda velocidad entonces hacerte a un lado.” Estas reglas pueden ser tan complejas como las acciones que enfrentan los individuos cotidianamente y tienen la ventaja de ser tan generales que pueden ser utilizadas en muchas situaciones. En el caso anterior, el objeto de la situación X es un vehículo, pero la regla sirve para todos los objetos de cierto tamaño que se acercan a gran velocidad.

Es posible suponer esquemas de cooperación exitosos en el intercambio cognoscitivo, a pesar de la heterogeneidad en la configuración de las estructuras mentales individuales divergentes, y aún cuando los agentes pudieran seguir intereses propios (Axelrod, 1980:173-174). Por lo tanto, el tipo de agente que se considera funcional con el concepto de división cognitiva del trabajo, es uno potencialmente capaz de tomar decisiones deliberativas y estratégicas, con base en su experiencia previa y en función del tipo de problema que enfrenta, usando como herramienta la información recabada del ambiente, dada la estructura organizacional en la que se encuentra.

Aoki (2001:102) propone tres modos genéricos de procesamiento de la información que operan como fundamento de la división cognitiva del trabajo. Como puede observarse en la Figura 1, en una simplificación extrema, se supone que existen sólo dos unidades de tarea (T1 y T2 que también pueden ser interpretados como dos agentes con distintas capacidades cognitivas) en cada estructura organizacional (por ejemplo departamento de R&D y departamento de manufactura), de las cuales depende la producción de un empresa. Cada unidad realiza su actividad utilizando tanto recursos comunes como recursos específicos.<sup>6</sup> Habrá por lo tanto posible competencia para la adjudicación de los recursos comunes, aunque puede pensarse que también la habrá si los porcentajes de adjudicación para los recursos específicos no son fijos.

**Figura 1**

**Modos genéricos de división cognitiva del trabajo**



Fuente: Aoki, 2001, p. 103

En primer lugar se encuentra la *descomposición jerárquica* de la información denominada (HD), donde los parámetros del ambiente son monitoreados y procesados por una de las dos unidades de tarea (T1 en este caso) recurriendo tanto a elementos comunes como a elementos idiosincráticos de procesamiento de la información;<sup>7</sup> en función de lo cual T1 planea sus propias decisiones que son transmitidas con ciertos

<sup>6</sup> Es decir, la empresa puede tener destinado un presupuesto fijo para cada departamento, y montos adicionales en función de la productividad o los logros que obtenga cada uno de ellos. O bien el presupuesto asignado para cada departamento puede ser variable, la empresa puede decidir en cada periodo cuanto invertir en el departamento de I&D y ajustar el presupuesto de los demás en función de ello.

<sup>7</sup> Aoki (2001:101) propone que la información captada por una empresa puede descomponerse en dos segmentos: uno que es captado por todas las unidades y afecta la productividad en general, y otro que corresponde con segmentos idiosincráticos, captados respectivamente por cada unidad de tarea y que no son fácilmente transmisibles de una a otra en un periodo dado.

errores de comunicación a T2. La segunda unidad de tarea no monitorea el ambiente, sus insumos de información provienen de lo que es recabado y procesado por T1, debido a lo cual debe ajustar sus propias decisiones a las que ha tomado previamente T1. Esta forma de división cognitiva del trabajo corresponde con la típica organización vertical de la producción (véase Aoki 1990:36), donde el departamento de planeación es el único capaz de monitorear los parámetros del ambiente y transmitir posteriormente la información procesada a lo largo de la jerarquía. En este caso ninguna unidad de tarea o agente en lo individual puede tomar decisiones importantes por sí mismo si no consulta antes al departamento de planeación, ya que no dispone de la información necesaria para hacerlo. Las actividades productivas pueden corresponder primordialmente (aunque no de manera exclusiva) a aquellas basadas en rutinas, las cuales requieren pocas capacidades cognitivas en los agentes. Este tipo de empresas son poco adecuadas para el desarrollo de actividades intensivas en conocimiento.

Una segunda forma genérica de división cognitiva del trabajo es la que Aoki (2001:102) llama *asimilación de la información* (IA), en la que las dos unidades de tarea monitorean segmentos específicos del ambiente. Puede darse el caso en el que ambas monitorean y procesan la misma información para posteriormente construir expectativas conjuntas que les permita ejecutar un plan de acción común, o bien pueden procesar partes distintas de la información y compartir los resultados con la misma finalidad. Estas dos posibles relaciones se erigen sobre la base de los elementos idiosincráticos y comunes que se encuentran presentes en cada una de ellas. Existe una complementariedad de los elementos idiosincráticos, lo que contribuye a generar patrones de interacción con mayor potencialidad de ejecución. Este modo de gobierno requiere agentes con capacidades cognitivas y de decisión que les permite ajustarse de manera constante a las fluctuaciones del mercado. Los agentes monitorean el ambiente y asimilan de manera conjunta sus interpretaciones, para poder construir reglas de decisión comunes. En términos individuales, cada agente construye sus propios programas mentales a partir de la información que recaba. Sin embargo, en tanto que su objetivo es asimilar conjuntamente los parámetros del entorno, es necesario construir reglas de decisión compartidas. Cada agente considera las interpretaciones y percepciones de los demás, las cuales se transmiten a través de mensajes explícitos e implícitos.

El tercer modo de división cognitiva del trabajo es aquel donde cada unidad de tarea monitorea por separado cierto segmento específico del ambiente (puede ser el mismo segmento monitoreado por varias unidades o distintos segmentos explorados por distintas unidades), con base en sus propios recursos sistemáticos e idiosincráticos. La información que cada una procesa no la comparte, antes bien, la conserva como un activo específico que le permite competir por recursos internos contra las otras unidades. A esta relación el autor le llama *encapsulación de la información* (IE), y hace notar que los errores de interpretación del medio ambiente no son compartidos, por lo que cada unidad puede incluso tener distintas interpretaciones sobre los mismos parámetros medioambientales. Se establece un dominio de *clusterización* donde las distintas unidades de tarea compiten con base en los mismos parámetros medioambientales, y donde sus *outputs* son substitutos entre sí. En estas condiciones, una manera de lograr la maximización de sus resultados es tratar de ocultar el mayor tiempo posible sus procesos innovadores.

Se infiere que cada empresa puede ser caracterizada por la forma específica en la que se combinan los tres modos genéricos de distribución de la información, determinando su

estructura cognitiva concreta. Esta combinación depende tanto de las capacidades de procesamiento de la información de cada una de las unidades de tarea y los agentes que las componen, como del grado de complementariedad o sustituibilidad de las mismas, y de la correlación estadística que exista entre los parámetros medioambientales observados.

Sin lugar a dudas, los dos modos genéricos de división cognitiva del trabajo que se ajustan de mejor manera a las actividades realizadas por las empresas intensivas en conocimiento, son el de asimilación de información para el caso de recursos compartidos y el de encapsulamiento de la información para el caso de competencia por los recursos. En ambos casos la productividad de la empresa depende completamente de las capacidades cognitivas de los agentes y de la manera que se logra transmitir internamente la información para generar conocimiento común.

Es claro que la división cognitiva del trabajo no necesariamente coincide con la división tradicional del mismo. Esta última corresponde fundamentalmente a la forma de organización espacial y coordinación de actividades entre las unidades de tarea y los agentes que las integran. En cambio, la división cognitiva del trabajo se refiere, por un lado, al modo específico de procesar de los insumos de información que activan los procesos cognitivos individuales y colectivos; y por el otro, de la manera en que se conforman las reglas generales de acción, a través de una jerarquía específica.

Ante cambios importantes en los parámetros medioambientales, las estructuras organizacionales de procesamiento de la información pueden modificarse. ¿Qué tan rápido pueden ocurrir estos cambios? Depende de la capacidad cognitiva de los agentes con los que cuenta la organización y su capacidad para transmitir las nuevas reglas de acción. Debido a que los programas mentales individuales se encuentran compuestos por reglas, un cambio en la estructura organizacional implica cambios en estas reglas. Las reglas individuales se modifican constantemente mediante procesos de aprendizaje en el contexto organizacional, por lo que cada programa mental se encuentra orientado al contexto y tiene características de *path dependence* (David, 2001:19-20); pero existen momentos que determinan cambios más profundos y generalizados.

En las empresas intensivas en conocimiento, la propensión al cambio organizacional depende de las facultades cognitivas de los agentes y de las condiciones institucionales que prevalecen en el ambiente. ¿Una empresa debe invertir en activos humanos especializados, o en agentes con habilidades más generales y orientadas al contexto? Esto no sólo depende del proceso productivo del que se trate, sino de las características institucionales generales (educación, infraestructura, códigos y normas éticas, etc.). El tipo de programas mentales (activos humanos) y el tipo de arquitectura organizacional se co-determinan en un contexto específico. La organización influye en la formación de capacidades cognitivas de los agentes, al mismo tiempo que la funcionalidad de las arquitecturas depende de las características cognitivas individuales.

### **3. División cognitiva del trabajo en una empresa biotecnológica mexicana**

El caso de estudio que se presenta para ilustrar lo que se ha denominado “división cognitiva del trabajo” se centra en una empresa en el sector de la biotecnología.<sup>8</sup> Dicha

---

<sup>8</sup> El nombre real de la empresa ha sido suprimido, se usan seudónimos por estricta confidencialidad

empresa es de origen mexicano y cuenta con una amplia experiencia en el área químico-farmacéutica, heredada de su relación con un importante laboratorio mexicano. El desarrollo propio de capacidades tecnológicas la ha colocado como uno de los principales productores de anti venenos<sup>9</sup> en el país y en el mundo. En los últimos años ha logrado aumentar su participación en el mercado nacional hasta alcanzar el 60%; mientras que del 2000 al 2005 el valor de la empresa creció más de diez veces gracias a la incorporación de tecnología propia.

Consideradas en general, las empresas biotecnológicas se caracterizan por ser pequeñas y con escaso capital financiero, y por contar con un gran stock capital intelectual. Su capacidad de innovación excede a la de las grandes empresas de la industria química o farmacéutica (Goldstein, 1989). La importancia de una empresa biotecnológica se evalúa de acuerdo a dos elementos: el volumen de ventas; y la cantidad y calidad de talento científico que recluta (asesores, colaboradores externos e internos, o alumnos de posgrado que desarrollan parte de su investigación en la empresa). El capital intelectual es el principal activo de este tipo de empresas. Las características que distinguen a la empresa biotecnológica considerada en este estudio están basadas en una organización cognitiva altamente eficiente, que ejemplifica parte de lo que se ha expuesto en la primera parte de este trabajo.

La gestión tecnológica que desarrolla esta empresa parte de la idea central de que todos los departamentos puedan realizar actividades de monitoreo del ambiente, y sean capaces de interactuar con otras áreas para lograr en el largo plazo un esquema de toma de decisiones horizontal. A través de un diplomado interno, se han tratado de homogenizar los conocimientos sobre el funcionamiento de la empresa, y sobre las acciones que podrían realizar dentro de ella para lograr nuevos productos innovadores. La idea es simple, se trata de hacer que todos se involucren en el monitoreo e interpretación de la información disponible en el entorno. No obstante, existe una jerarquía muy clara que repercute directamente en la toma de decisiones dentro de la empresa. A continuación, se describe parte de esta estructura.

Existen tres áreas fundamentales que dictan las estrategias centrales de acción. Estas áreas son las de Presidencia, Vicepresidencia y la Unidad Estratégica de Bionegocios (UEB), que se encuentran representadas por tres personas distintas (una por área), quienes constituyen en conjunto la unidad encargada de monitorear, asimilar, procesar y transmitir la información exterior. Estas tres personas concentran la toma de decisiones estratégicas, la cual realizan en función de la consulta de investigaciones especializadas, asesorías expertas, consultas internacionales, etc. Por tanto, es factible establecer que una primera estructura en la división cognitiva del trabajo corresponde con el modo de descomposición jerárquica de la información (véase figura 2), donde una unidad especializada (T1) transmite la línea estratégica de acción, y las demás unidades (T2s) actúan en función de los parámetros establecidos.

---

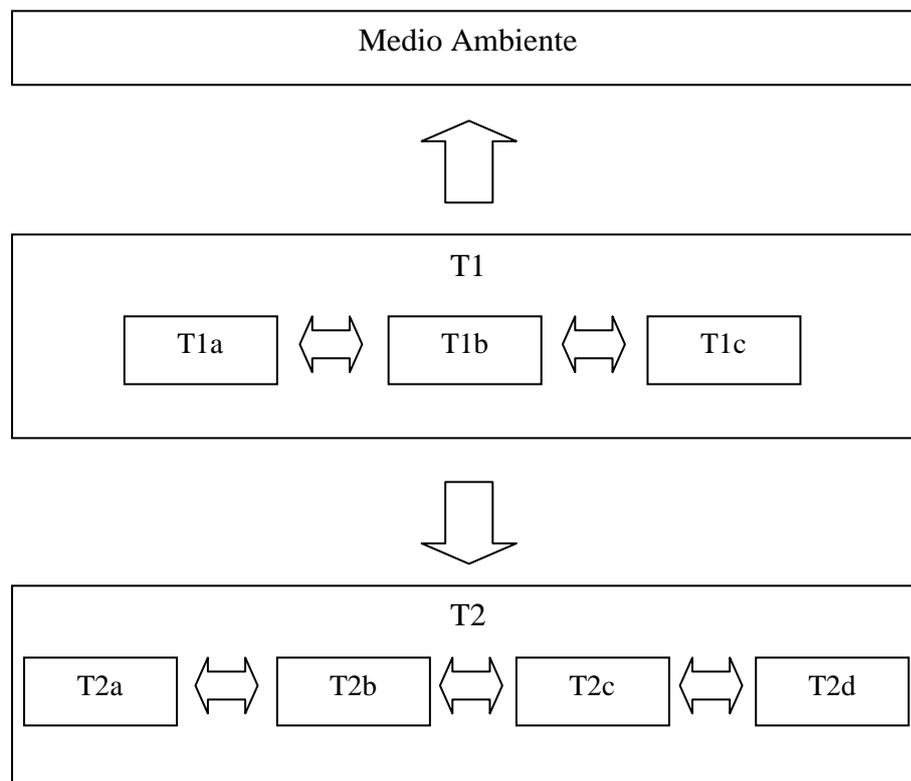
<sup>9</sup> Tipo de medicamentos para la neutralización de venenos de animales ponzoñosos. Estos fármacos se obtienen mediante la inmunización de animales con venenos, como serpientes, alacranes, arañas o cualquier otro animal ponzoñoso. Una vez que los animales "huésped" han sido inmunizados, estos actúan como "bio-reactores" desarrollando anticuerpos. En una fase posterior, los anticuerpos son separados del suero en el que se han desarrollado, para proceder finalmente a la producción del fáboterápico. Estos medicamentos se suministran por vía parental a aquellos pacientes que han sufrido picaduras o mordeduras.

En particular el área UEB es la sub-unidad estratégica encargada de realizar el trabajo de monitoreo de las sub-unidades que se encuentran en niveles inferiores de la jerarquía. Las unidades T2s se encuentran representadas por el área de producción, el área de desarrollo biotecnológico, la unidad de desarrollo de bioprocesos y el área de análisis estratégico; en general estas sub-unidades se dedican a la parte material del proceso, que va desde la producción de antivenenos, hasta las pruebas clínicas y análisis de calidad correspondientes. Las sub-unidades están separadas tanto de las actividades de monitoreo de los parámetros del entorno como de la toma de decisiones estratégicas.

Cada una de las unidades T2s realiza una serie de actividades muy particulares, las cuales son reportadas a la unidad T1, concretamente a la subunidad UEB. Es allí donde se concentra gran parte de la información que se genera a partir de las actividades que realizan las unidades T2s. Parte las decisiones productivas se basan precisamente en el flujo de información proveniente de las unidades T2s (actividad que se denomina monitoreo tecnológico). Pero la capacidad de modificar procesos o productos corresponde exclusivamente a la unidad T1; concretamente, a las sub-unidades Presidencia y Vicepresidencia; aunque la decisión se toma con base en la apreciación del proceso de monitoreo tecnológico a cargo de la UEB.

**Figura 2**

**División cognitiva del trabajo en la empresa estudiada**



Fuente: Elaboración propia

A su vez, el flujo de información a través de las tres sub-unidades que componen T1 ocurre de manera horizontal. Las tres sub-unidades se encuentran representadas en la figura 2 por T1a, T1b y T1c. Como puede apreciarse, las tres sub-unidades en conjunto

se encargan de monitorear el ambiente y tomar decisiones estratégicas. El modo de división cognitiva del trabajo que ocurre al interior de la unidad T1 corresponde con el modo de asimilación de la información establecido por Aoki (2001). Las diferentes sub-unidades que componen T1 monitorean partes distintas del medio ambiente, y con base en sus inferencias particulares construyen líneas estratégicas comunes. El agente encargado de la Presidencia (T1a) se encarga de asistir a ferias internacionales de empresas biotecnológicas, para conocer los nuevos desarrollos en el mercado. El agente que tiene a su cargo la Vicepresidencia (T1b) asiste a congresos internacionales científicos y médicos, para recopilar información acerca de las necesidades de ciertas regiones que tienen especies ponzoñosas y que enfrentan problemas de salud pública, además de asistir a congresos nacionales para extraer datos acerca de problemas clínicos existentes o bien para conocer demandas insatisfechas. La sub-unidad de Bionegocios (T1c), conformada también por un agente específico, asiste a congresos científicos y médicos nacionales e internacionales, con el propósito de compartir parte de la investigación de la propia empresa, y para conocer avances de otros investigadores; lo cual le es útil a su vez, para monitorear aquellas líneas de investigación que pueden ser útiles para la empresa, contactar a los investigadores interesados en el tema y agregarlos a la red de expertos. En conjunto, las tres sub-unidades realizan una serie de reuniones con comités de expertos en el área para ubicar posibles avances científicos, aplicabilidad de los mismos, probables mercados y soluciones potenciales para los anteriores.

Resulta importante notar que las decisiones estratégicas se toman con base en los elementos recabados del medio externo, pero también de los elementos internos provenientes del desempeño de las diferentes unidades T2s, en ello consiste el monitoreo tecnológico interno. La UEB es la encargada de recoger información interna en función de los parámetros de desempeño interno y de aquellos que provienen del exterior, para poder realizar pronósticos tecnológicos, identificación de nuevas tecnologías y vigilancia de lo que hacen otras empresas, investigadores e institutos de investigación privados y públicos. La unidad UEB se encarga de distribuir la información primero en T1 (Presidencia y Vicepresidencia), de manera que la toma de decisiones corre a cargo de estos tres agentes en conjunto. Una vez que se ha monitoreado el ambiente y se han tomado decisiones en cuanto a los parámetros de acción, y se han ajustado las expectativas o bien modificando las opciones productivas de la empresa; se comunica la información a T2 de forma vertical. Cada una de las subunidades T2s recoge parte de esa información y la procesa dependiendo de sus actividades propias.

A su vez la distribución organizacional de la información al interior de T2 (figura 2), ocurre también a través del modo de asimilación de la información de acuerdo con el modelo de Aoki (2001). La unidad T2 se encuentra constituida por cuatro subunidades de tarea, las cuales son: a) *Producción*, es la planta encargada de la manufactura de los antivenenos. Se compone de personal calificado que dirige el proceso. En ella laboran recursos con formación técnica, de nivel licenciatura y de maestría; debido a que gran parte de las actividades que realizan sólo requieren conocimientos de química nivel intermedio y en algunos casos química especializada. b) *Desarrollo Biotecnológico*, está sub-unidad se compone por un laboratorio que lleva a cabo básicamente procesos de diagnóstico. c) *Análisis Estratégico de Bionegocios*, se encarga de realizar estudios epidemiológicos que den cuenta de la frecuencia de problemas en las principales regiones del mundo, y la posible incursión de la empresa con un producto existente. Se

generan también propuestas de nuevos desarrollos. d) *Unidad de Desarrollo de Bioprocesos*, se encarga de identificar nuevas tecnologías de proceso y desarrollo de tecnologías; también realiza propuestas para la asimilación de ciertas tecnologías. Cada una de ellas se encuentra representada en la figura 2 por T2a, T2b, T2c y T2d respectivamente. La información que reciben las subunidades T2s como insumo para desarrollar su práctica productiva corresponde con la línea estratégica elaborada por T1, es decir, reciben información procesada por el filtro cognitivo de los agentes que conforman T1. Las unidades T2s tienen la facultad de sugerir posibles modificaciones en los procesos productivos que dominan acorde con su experiencia práctica, por lo que también existe un flujo de información de abajo hacia arriba en la jerarquía; aunque la incorporación de sus observaciones a la línea estratégica de la empresa se decide en la unidad T1.

Cuando T1 distribuye la información ya procesada del ambiente a las sub-unidades T2s, se transfieren dos tipos de reglas de acción: aquellas destinadas a una unidad específica, y las que son comunes a todas. La diferencia radica en la especificidad de cada una de ellas, en algunos casos cuando se ha detectado un nuevo mercado potencial y las características del producto que se requiere no son muy diferentes de alguno con el que se ya cuenta, únicamente se transmite información a la parte encargada del desarrollo de bioprocesos, para que realice las adecuaciones correspondientes. Sin embargo, en aquellos casos donde es necesaria la formulación de un nuevo producto, se convoca a todas las sub-unidades para un plan general de acción.

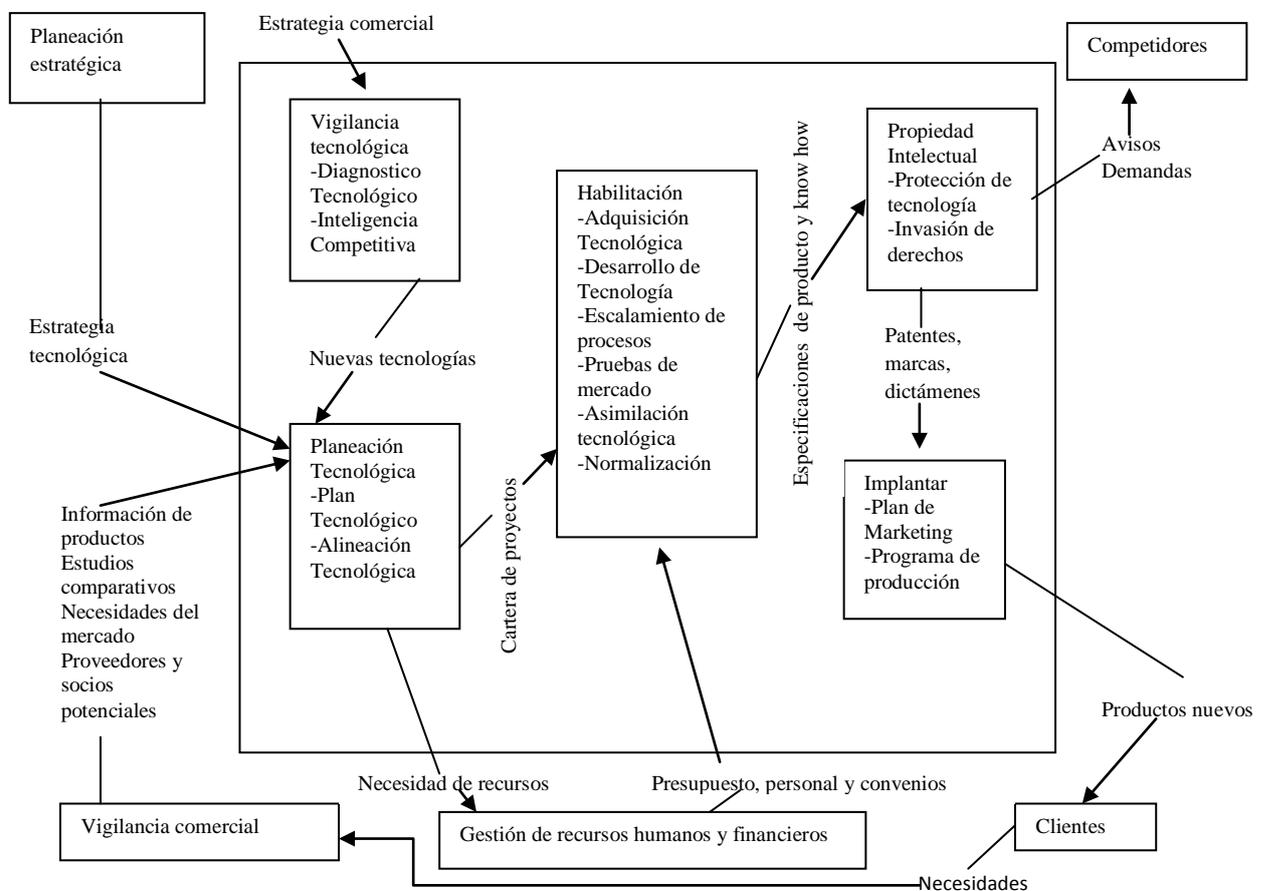
Las reglas particulares corresponden con la especificidad de las labores de cada subunidad, mientras que las reglas comunes representan líneas estratégicas más generales. Las reglas comunes se perciben de manera diferente por cada unidad, y se interpretan en función de los conocimientos de los agentes que participan en ellas. Sin embargo, como se ha dicho, a nivel de las subunidades T2s ocurre un modo de distribución de la información que corresponde con su asimilación, por lo que las percepciones particulares de las reglas comunes y parte de las reglas específicas se asimilan en conjunto, lo que ayuda a desarrollar una mejor comprensión de la línea estratégica de la empresa.

Al realizar el análisis de las sub-unidades T2s se detectó que existe un bajo nivel de dependencia de la empresa hacia el personal que allí labora; es común que existan alumnos de maestría y en algunos casos de doctorado que se incorporan de manera temporal a alguna de estas sub-unidades. Ello demuestra que las capacidades físicas necesarias para laborar en las unidades T2s no son demasiado relevantes, debido a que el trabajo realizado en ocasiones es rutinario y estandarizado, por lo que requieren de una capacitación parcialmente especializada accesible para cualquier estudiante con ciertos conocimientos sobre procesos químicos. La verdadera dependencia de la empresa radica en los agentes que manejan los avances científicos de frontera, especialmente en investigadores que colaboran parcialmente en la investigación aplicada, pero que no pertenecen a la empresa formalmente. Las únicas características verdaderamente valiosas en el agente son las relacionadas con su capacidad cognitiva. Si se cuenta con un agente que posea información importante sobre alguno de los parámetros relevantes para la empresa, este se convierte en un elemento fundamental para su desempeño. A diferencia de las empresas tradicionales lo que más importa no es la capacidad o habilidad corporal del agente, sino la capacidad cognitiva de extraer, asimilar y procesar información.

Una vez que se ha analizado y explicado en términos generales la división cognitiva dentro de la empresa “X” y la relación de T1 con T2, se profundizara un poco en las acciones que se emprenden a partir del proceso de monitoreo tecnológico; con la finalidad de entender más a fondo como es que la UEB (T1c) recoge información del ambiente, quiénes participan en el proceso y cómo se desarrolla.

La estrategia de la empresa consiste en la generación de ventajas competitivas, no sólo por la calidad y precio de sus productos, sino sobre todo por la implementación de un plan estratégico que incluye la identificación de nichos de mercado basados en productos de alto valor agregado, y en la definición de un plan tecnológico. Para lograr estos fines la empresa ha concentrado gran parte de sus esfuerzos en la construcción de un “modelo de gestión tecnológica” que incluye seis funciones básicas: inventariar, vigilar, evaluar, enriquecer, asimilar y proteger. Cada una de ellas se compone por distintas acciones y se insertan en un esquema más amplio que se muestra adelante.

**Figura 3**  
**Proceso de Gestión Tecnológica**



Fuente: Elaboración con base en información del Compendio de Organizaciones del Premio Nacional de Tecnología 2005

En este esquema se muestra la forma en que se dividen las tareas cognitivas al interior de la empresa, y facilita la identificación de las actividades que realizan los encargados de cada área. El proceso de monitoreo tecnológico corre a cargo de la UEB; lo realiza un solo agente vital para el desempeño de la empresa. El jefe de I&D es el encargado de realizar un conjunto de actividades que alimentan a la gestión tecnológica (en sus procesos de planeación tecnológica, gestión de la propiedad intelectual, estudios estratégicos de competitividad, *benchmarking* y adquisición de tecnologías, entre otros), a través de la creación de pronósticos tecnológicos, identificación de nuevas tecnologías y vigilancia de los actividades que realizan los diversos actores (empresas, investigadores, institutos de investigación privados y públicos, etc.). Lo cual es posible debido a que el agente encargado de realizar dichas actividades, cuenta con un conjunto de capacidades cognitivas, resultado de su experiencia previa como profesor e investigador en una universidad pública mexicana. La constante relación con investigadores, estudiantes, pero sobre todo su contacto directo con el conocimiento que se produce en las universidades, ha generado en él las capacidades necesarias para tomar decisiones dentro de la empresa, o en su caso para proponer a la Presidencia posibles modificaciones.

Parte importante dentro del proceso de monitoreo que lleva a cabo, es una constante comunicación con el departamento de Propiedad Intelectual. Este se encarga del seguimiento de la evolución de la propiedad intelectual con el propósito de elaborar estrategias adecuadas de protección del conocimiento generado internamente y, sobre todo, para dotar de información al jefe de I&D. Con base en esta información el jefe de I&D realiza una serie de acciones, tales como: a) identificación de los objetivos que se persiguen con el proceso; b) identificación de fuentes de información relevantes; c) contratación de las fuentes de información; d) selección y recuperación de documentos tecnológicos; e) análisis de los documentos recuperados; f) generación de resultados; y g) uso de estos resultados en la toma de decisiones

Otra sub-unidad que brinda información del exterior es aquella que realiza acciones de *benchmarking*; a través de la vigilancia constante de las empresas con productos similares; los cuales son adquiridos para que el departamento de I&D realice pruebas con la finalidad de comparar eficiencia, presentación, facilidad de uso, caducidad, distribución y precio, entre otras. Así, la empresa identifica el desempeño de sus productos con respecto a la competencia y determina las diferencias, necesidades y oportunidades para el mejoramiento de los propios. La cobertura geográfica de los procesos de *benchmarking* incluye los mercados actuales y potenciales de la empresa y es realizada por un grupo denominado “Fuerza Especial Y” y por los líderes de opinión de las redes “R” y “V”,<sup>10</sup>.

Al mismo tiempo, la empresa lleva a cabo una serie de estudios estratégicos de mercado y clientes, con esto se busca estar actualizado y responder rápidamente a las necesidades de los pacientes, sobre todo, tomando en cuenta las diferencias geográficas y por lo tanto las especies ponzoñosas distintas que pueden existir, esta serie de estudios complementa el monitoreo de la sub-unidad T1b y en conjunto se construye un panorama general que brinda la posibilidad de tomar decisiones en cuanto a los nuevos

---

<sup>10</sup> Estas redes son resultado de una iniciativa de la empresa que implica generar una red de contactos del máximo nivel científico y técnico en el mundo a través de la Internet (“V”) y la construcción de una red de usuarios de antivenenos que son líderes de opinión en distintas regiones del mundo (“R”); a través de esta red se mantiene una comunicación fluida entre la empresa y los usuarios, sobre todo médicos, de manera que logran identificar las necesidades del mercado.

mercados a los que se puede entrar o bien aquellos que no han sido cubiertos satisfactoriamente por la oferta existente. La decisión de incursionar en nuevos mercados es responsabilidad de T1b que junto con la T1c valoran las posibilidades tecnológicas y productivas de acceder a un nuevo mercado.

Con base en sus redes de expertos y a las reuniones de búsqueda que se organizan periódicamente (en las que se localizan eventos que impactarán el futuro), la empresa “X” ha adquirido una gran capacidad para identificar las rutas para su desarrollo; pero es claro que gran parte de esta capacidad está depositada en T1. Las características cognitivas con las que cuentan determinan gran parte del rumbo de la empresa, probablemente son los elementos clave para su desempeño. La concentración de la información más relevante se localiza en T1, por lo tanto las decisiones trascendentes para el futuro de la empresa son tomadas allí. La visión de negocio de la empresa proviene de una orientación hacia afuera, y sobre todo de un proceso continuo de monitoreo del ambiente, así como del uso inteligente de sistemas y procesos que faciliten la toma de decisiones en un ambiente bien informado. La orientación estratégica de la empresa “X” es reforzada por la claridad que se ha logrado en cuanto a la identificación de los factores clave para su éxito competitivo y la realización de procesos innovadores exitosos.

A través de este proceso se conforma el plan tecnológico, el cual sirve para establecer senderos claros de acción, con el propósito de incursionar en mercados nuevos, o bien para determinar las eventuales modificaciones necesarias en el ajuste de los productos y procesos acorde con los requerimientos regulatorios y del mercado.

#### **4. Conclusión**

El estudio realizado en la empresa “X” demuestra que en sectores intensivos en conocimiento, como es el caso del sector biotecnológico, las jerarquías organizacionales se establecen a partir de las capacidades cognitivas de los agentes, mediante interacciones de intercambio basadas en el conocimiento. Los aspectos que pueden considerarse como pertenecientes a la producción tangible son de ejecución simple, comparados con el alto impacto que tiene el capital humano en la generación de soluciones innovadoras. La división cognitiva del trabajo es el aspecto central de la innovación tecnológica en este tipo de empresas, ya que permite la transformación de los *inputs* provenientes del ambiente en soluciones aplicables al proceso productivo, mediante canales de información que cruzan el conjunto de la jerarquía y son aprovechados por las unidades especializadas. En este contexto la especialización de las labores productivas se encuentra sujeta a los conocimientos adquiridos por el agente, antes y durante su estancia en la empresa.

Retomando el concepto de división del trabajo de Smith, la especialización cognitiva no sólo es la fuente primordial de productividad, sino de generación de innovaciones que le permiten a las empresas intensivas en conocimiento competir en los mercados internacionales. El fundamento de la especialización presente en Smith, sigue siendo el factor principal que explica el éxito económico de las empresas y sobre todo en aquellas que dependen de una rápida respuesta innovadora; no obstante dicha especialización se convierte en un factor intangible asociado al capital humano.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Antonelli, C. (2008) *Localized Technological Change. Towards the economics of complexity*. Londres: Routledge.
- Aoki, M. (2001) *Toward a Comparative Institutional Analysis*. Londres: The MIT Press.
- Aoki, M. (1990) *La estructura de la economía japonesa*. México FCE.
- Axelrod, Robert (1980) *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books.
- Compendio de Organizaciones Ganadoras del Premio Nacional de Tecnología, México, Fundación Premio Nacional de Tecnología, A.C., 2005, pp. 85-109
- David, Paul A. (2001) "Path Dependence, its Critics, and the Quest of 'Historical Economics.'" En Pierre Garrouste, *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 15-40.
- Dopfer, K. (2005) "Evolutionary Economics: A Theoretical Framework." En K. Dopfer (ed.) *The Evolutionary Foundations of Economics*. New York: Cambridge University Press, pp. 3-55.
- Dopfer, K. y J. Potts (2008) *The General Theory of Economic Evolution*. Londres y New York: Routledge.
- Goldstein D. (1989) *Biotecnología, Universidad y política*. Siglo Veintiuno Editores. México-Argentina.
- Hodgson, Geoffrey M. (2007) *Economía institucional y evolutiva contemporánea*. México: UAM.
- Kitcher, P. (2001) *El avance de la ciencia*. México: UNAM - Instituto de Investigaciones Filosóficas.
- Mantzavinos, C. (2001) *Individuals, Institutions and Markets*. New York: Cambridge University Press.
- Potts, Jason (2000) *The New Evolutionary Microeconomics*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Smith, A. (1776/2004) *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. México: FCE.