

“TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y APRENDIZAJE TECNOLÓGICO:

REFLEXIONES BASADAS EN TRABAJOS EMPÍRICOS”. Publicado en "El Trimestre Económico" Vol. 61 num. 2, pp. 257-279.

Autores: Daniel Villavicencio y Rigas Arvanitis.

* Profesor-Investigador del Depto. de Política y Cultura y de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, DCSH-UAMX. Investigador asociado al Institut International pour le Développement des Technologies (INIDET) y al Groupe Lyonnais de Sociologie Industrielle (GLYSI), Lyon Francia.

** Investigador del Equipo "Science Technologie et Développement" de ORSTOM, Francia; Profesor invitado en la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, DCSH-UAMX.

I. Introducción

En los últimos años, hemos observado un cambio en los enfoques de la economía y la sociología interesados en el problema de la transferencia de tecnología hacia países en vías o de reciente industrialización. De aquellas discusiones de mitad de los 70, influenciadas por la corriente dependentista y cuyo centro de preocupación era la búsqueda de alternativas tecnológicas o de lo que algunos llamaban de tecnologías autónomas, hoy son diversos los enfoques que intentan analizar la transferencia de tecnología desde varias perspectivas: la asimilación, la adaptación, la interacción, el aprendizaje, por mencionar algunas. Este cambio no es gratuito. Por un lado, los movimientos de re-estructuración a nivel mundial han hecho que en la actualidad la transferencia de tecnología no se lleve a cabo bajo las mismas modalidades que hace dos décadas: los flujos de tecnología son mayores en volumen, los mercados más abiertos, los contratos más sofisticados. Por otro lado, las tecnologías tampoco son las mismas, puesto que se han potenciado sus características, usos y capacidades (Freeman y Pérez, 1988; Rattner, 1990). Mientras que en los 70 se argumentaba que la adquisición de tecnologías obsoletas o maduras no coadyuvaba a cerrar la brecha tecnológica que separaba a los países en vías de desarrollo de los países desarrollados, hoy es patente que, aunque sigue habiendo intercambios de tecnologías maduras, son las de punta las que adquieren mayor importancia en las transferencias internacionales e inter-empresa de tecnología, inclusive en el caso de países en desarrollo (Mansfield, 1980; Niosi, 1990).

A partir de los resultados empíricos de nuestras investigaciones intentaremos aportar elementos teórico-metodológicos sobre un tema que nos parece central y que ha sido poco explorado (aunque de él se hable mucho): las formas bajo las cuales las empresas impulsan procesos de **aprendizaje tecnológico** y, bajo ciertas condiciones, se vuelven exitosas técnicamente. En efecto, mientras muchos autores se

han preocupado por analizar los volúmenes, el tipo de tecnología que se transfiere, y los mecanismos legales y comerciales bajo los cuales opera la transferencia, pocos se han dado a la tarea de analizar la manera en que la tecnología se articula con las formas de organización de los factores de la producción de la empresa que la adquiere y con las actividades que las empresas tienen que experimentar para adquirir, integrar y dominar la tecnología.

II. Las realidades de la transferencia de tecnología.

La mayoría de los estudios sobre transferencia de tecnología dan cuenta de los intercambios internacionales de países desarrollados hacia países en vía de desarrollo (como es el caso de Katz (1976), Boutat (1991), Perrin (1983), por mencionar algunos). Es evidente que los flujos del intercambio van fundamentalmente en esa dirección, la baja capacidad de generación y acumulación de conocimiento tecnológico por parte de los países del "Sur" justifica tanto la preocupación de los autores como el fenómeno mismo. En este marco, los resultados de los estudios tienden a evocar los fracasos o titubeos para desarrollar un sector industrial eficaz en los países en vías de desarrollo, dando cuenta de la mala calidad de la producción, de los bajos niveles de utilización de la nueva tecnología, de la incapacidad de repararla y de la necesaria espera de técnicos extranjeros, etc.

Los estudios más recientes sobre la "industrialización trunca" de América latina (Fajnzylber, 1983) y de Africa (Humbert, 1990) han atraído nuestra atención sobre las condiciones previas a la introducción de tecnología en países o regiones sin tradición industrial previa. Se hace hincapié hoy en día sobre la capacidad de absorción del "receptor" de tecnología (Huchet, 1993) más que sobre las características de la tecnología. Sin embargo, los evidentes excesos de las políticas voluntaristas (y, al mismo tiempo, tuertas) de importación de tecnología han producido fuertes reacciones de rechazo; en vez de atribuir la causa de los fracasos a estas condiciones, se han acusado las propias tecnologías. Lo extraño es que los gobiernos, en un afán de conciliarse los favores del pueblo, han implícitamente -cuando no explícitamente- aceptado este rechazo. La forma más frecuente de este rechazo ha sido de simple y llanamente no diseñar ningún tipo de política en materia tecnológica. Sin embargo, la ausencia de política en materia tecnológica es mucho más peligrosa que las previas políticas voluntaristas (Pirela, 1992).

Quisiéramos así volver al clásico tema de la transferencia de tecnología integrando los resultados de las más recientes investigaciones sobre la manera de integrar a la tecnología en el aparato productivo. Proponemos cubrir con el concepto de transferencia de tecnología, tanto la relación de intercambio entre empresas de países diferentes, como entre empresas de un mismo país; a contratos de compra-venta entre

dos empresas diferentes, como también a la implantación de nueva tecnología que una casa matriz decide llevar a cabo en una filial; a relaciones de asistencia tecnológica entre un usuario y su proveedor como a contratos de actividades productivas y comerciales desarrolladas en común ("joint-venture"). En ese sentido, no se trata de caracterizar las entidades involucradas en la transferencia (países, empresas, fábricas) sino, más bien, caracterizar el proceso mismo de la transferencia, es decir la relación y la dinámica que alrededor de ella se genera. Sostenemos, a lo largo de este trabajo, que la transferencia de tecnología es ciertamente un problema de adquisición y, ante todo, un problema de aprendizaje y apropiación.

Una premisa que queremos dejar sentada de antemano, es que la transferencia de tecnología encubre varias dimensiones que no se restringen al sólo contrato de compra-venta de un equipo o de un paquete tecnológico. Aunque sí sabemos que la noción de "paquete tecnológico" fue introducida para rebasar los límites de un análisis restringido a los aspectos formales y jurídicos de las transferencias de tecnología (Weissbluth, Cadena, Solleiro, Machado et al., 1990), pensamos que hay que centrar el análisis más sobre los procesos (que quedan siempre fuera de cualquier contrato o formalización) que sobre los componentes mismos del "paquete" [1]. Si bien el contrato designa el acto de transferencia, las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la decisión o **selección tecnológica**, aquellas bajo las cuales opera la transferencia, aquellas bajo las cuales la tecnología adquirida se articula con la tecnología previamente existente en la empresa, en fin, aquellas bajo las cuales se inserta en la empresa, constituyen los aspectos que quisiéramos examinar en éstas páginas y que, a nuestro modo de ver, son claves en éxito de la transferencia.

Para dicho análisis, se debe partir de una definición dinámica de la tecnología, que no se restrinja exclusivamente a la suma de la técnica (los procedimientos utilizables) y el "objeto" tecnológico (la maquinaria y las herramientas). Algunos autores han trabajado la idea de que en la tecnología confluyen tanto elementos materiales (y visibles) como elementos inmateriales (difíciles de percibir), por lo que es un error considerar únicamente la dimensión contractual, ya que se deja de lado el análisis de los aspectos no "cosificables" de la tecnología (Ruffier, 1991).

Perrin (1983) por ejemplo, sostiene que buena parte de la tecnología está constituida por "información" por lo que es necesario tomar en cuenta los mecanismos y canales por los cuales fluye dicha información. Esta idea es complementada por otros autores quienes señalan que además de la información, la tecnología contiene habilidades, experiencias, saberes y conocimientos que sólo detentan los actores involucrados tanto en la concepción de los "objetos" tecnológicos (Callon y Latour, 1989), como en la ejecución de los procesos productivos (Rosenberg, 1979; Jones y Wood, 1984; Barcet, Le Bas y Mercier, 1985; Villavicencio, 1989).[2]

De las ideas anteriores se desprende primero, que la tecnología es más que los objetos y las técnicas, es simultáneamente *información y conocimientos codificables* acumulados en los procesos de desarrollo de la ciencia y la técnica, así como información y conocimientos no codificables acumulados en experiencias de aprendizaje individuales y colectivas; segundo, que la transferencia de tecnología es más que un contrato entre donante y receptor de tecnología, es un proceso en el que por lo menos dos actores identificables (vendedor-comprador, proveedor-adquiridor, o constructor-usuario), establecen una relación dinámica para satisfacer objetivos particulares; tercero, que la tecnología se desarrolla articulando los aspectos técnicos con los aspectos humanos, de organización y, más generalmente, sociales.

Precisamente, ésta capacidad de la tecnología de articular los hombres y las máquinas (Giedion, 1985), los aspectos humanos con los no-humanos (Akrich y Latour, 1992; Latour, 1992), los actores internos a los procesos y los actores externos (Callon, 1991) constituye la gran fuerza y al mismo tiempo debilidad de la tecnología. Fuerza, en la medida en que se constituyen de ésta forma extensas redes técnicas (Hughes, 1983), comunidades tecnológicas mucho más amplias que aquellas que constituyen las unidades productivas (Constant, 1987), relaciones socio-técnicas que unen la empresa a su entorno. Debilidad, ya que toda articulación, todo punto de sutura es potencial fuente de deslindes y discontinuidades.

Pero antes de recorrer las avenidas que abren éstas nuevas perspectivas de análisis, quisiéramos detenernos en el sitio donde la tecnología se está estableciendo: la empresa. Las explicaciones sobre cómo las empresas, grandes o pequeñas, dan saltos tecnológicos para colocarlas en el liderazgo de la competitividad abundan (Dosi, Freeman, Nelson, et al., 1988; Aït El Hadj, 1989; Porter, 1990). Varios trabajos han atraído la atención sobre el aprendizaje tecnológico como posible procesos explicativo del avance de las firmas. Sin embargo, pocos analizan la complejidad del procesos de aprendizaje tecnológico, o más bien las actividades que forman parte de éste.

La dificultad para entender el aprendizaje tecnológico, viene de que muchos estudios se centran en el objeto del aprendizaje (¿qué se aprende?) y no en el proceso (¿cómo se aprende?). Los estudios privilegian por ejemplo, las características de la tecnología, como el grado de complejidad de la operación de la maquinaria en relación con los bajos niveles de calificación de la mano de obra, en vez de analizar los mecanismos por los cuales la mano de obra desarrolla procesos de aprendizaje. Otros trabajos se limitan a calificar tipos de aprendizaje de creciente complejidad sin definir las actividades o la dinámica entre las actividades a través de las cuales se aprenden a dominar las tecnologías. Este último fenómeno se da en particular en la literatura de la llamada economía de la innovación, donde han aparecido una gran variedad de conceptos del aprendizaje. Un cierto refinamiento semántico se ha desarrollado desde que Arrow llamó la atención sobre

el aprendizaje por la práctica ("*learning by doing*") y que Rosenberg insistió sobre el aprendizaje por el uso de las tecnologías ("*learning by using*"). Este último término no solamente tuvo un impacto en los estudios de economía de la innovación sino que obligó a pensar en términos distintos: se hacía entonces hincapié sobre las complementariedades técnicas y sobre el hecho que no se desarrollaba tecnología (tradicional o nueva) sin que se desarrollaran una gran número de actividades económicas alrededor de la tecnología. Más tarde, a través del análisis del desarrollo de nuevos productos en la producción, el grupo de economistas nórdicos (llamados grupo de IKE) desarrollaron el concepto de aprendizaje por interacción entre el usuario y el proveedor (Lundvall, 1988). Se trataba de ir más allá que la noción de procesos productivos o de sectores económicos, para introducir a los actores sociales como fuente activa (con nombre y apellido) de innovaciones (Lundvall, 1992). Los economistas también supieron sugerir que la capacidad de aprender está basada en el mismo proceso laboral, en el trabajo (Stiglitz, 1987, p.127) y de ese modo se adquiría la capacidad de aprender ("*learning to learn*").

Sin embargo, a raíz de la multiplicación de estudios sobre innovación, cada uno de estos conceptos obtiene un sentido más especializado, probablemente ausente de las intenciones de sus autores originales. Es así que uno puede leer en el gran informe final del programa "Tecnología y Economía" de la OCDE (y llamamos la atención sobre el contenido de los paréntesis):

"Los procesos de aprendizaje comprenden el aprendizaje por la práctica (aumentar, por ejemplo, la eficiencia de las operaciones de producción), el aprendizaje por el uso (por ejemplo, utilizar más eficientemente los equipos complejos), el aprendizaje por interacción (asociando usuarios y productores en una interacción en el desarrollo de nuevos productos), y hasta el aprendizaje por aprendizaje, donde la capacidad de las empresas en asimilar las innovaciones realizadas en otra parte depende de su experiencia en materia de aprendizaje, enriquecida por la I&D o por otras inversiones inmateriales" (OCDE, 1992: 42).

Esta formulación, que muy probablemente se convertirá en la nueva ortodoxia fija una escala de complejidad creciente, de los más sencillo que es hacer las cosas hasta lo más complejo que sería aprender a hacer que se hagan las cosas[3]! Pensamos, que más allá del juego de palabras es importante rescatar no tanto un uso especializado de cada uno de estos conceptos, sino la idea que el aprendizaje es la forma primordial bajo la cual la empresa adquiere esta capacidad de responder a desequilibrios impuestos por la técnica, la mano de obra o el mercado, en fin, de innovar. Antes de proceder a una descripción más detallada, es bueno insistir en que se deben tomar en cuenta las actividades que efectivamente se están desarrollando en el proceso de aprendizaje: no es lo mismo leer que escribir, no es lo mismo adaptar que diseñar una tecnología, y sin embargo en cada caso se puede aprender (y a veces enseñar). Por esta razón compartimos el enfoque bastante pragmático

de Lall (1987: 402) quien realizó un catálogo detallado de **actividades del aprendizaje**.^[4] Como lo señalaremos más tarde, ese enfoque es más conveniente en la medida que señala el contenido mismo del aprendizaje (y no solamente sus modalidades y su objeto).

Finalmente llamamos la atención sobre el hecho de que si bien la empresa es la unidad de análisis, se debe tratar de articular lo que se está desarrollando dentro de la empresa (en la gestión social y técnica de la mano de obra, en el proceso productivo, en la organización general de la empresa) y la empresa como todo en su ambiente económico y social.^[5] Esta articulación no es fácil ya que los métodos de observación en éstos dos niveles son diferentes (ver sección 4).

III. El aprendizaje tecnológico: resultados de la investigación empírica.

En el próximo apartado abordaremos las distintas actividades que componen el aprendizaje tecnológico. Por el momento, quisiéramos insistir sobre algunas características del proceso de aprendizaje que nos parecen bien identificadas a través de la investigación empírica. Por eso, vamos a presentar un ejemplo extraído de nuestra investigación sobre las formas de evaluación de la eficiencia técnica en las empresas (Villavicencio, 1992 y 1993). En dicha investigación se analiza el caso de una "maquiladora" francesa ubicada en la zona industrial de Toluca cerca de la ciudad de México.

La empresa opera desde 1990 y produce freidoras eléctricas para el mercado norte-americano (90% de su producción). La empresa compró dos prensas hidráulicas italianas muy sofisticadas para el laminado y troquelado del casco y tres prensas mexicanas de menor complejidad para la terminación de las freidoras. El grado de complejidad de las prensas italianas hace que en caso de fallas o descomposturas se requiera de un técnico extranjero de la empresa proveedora, ya que en México no se ha encontrado asistencia técnica adecuada. Además los trabajadores que fueron capacitados en el momento de la instalación de las prensas cambiaron de empleo y ya no trabajan en la maquiladora. Por el contrario, las prensas mexicanas no tuvieron la misma suerte. El director de la "maquiladora" buscó una empresa en México y encontró una pequeña empresa que fabricaba prensas similares pero con un ciclo menor al requerido. La negociación del contrato entre la maquiladora y la empresa fabricante fue difícil pero el ingeniero constructor aceptó finalmente el desafío de construir prensas con un ciclo de operación más veloz. Durante los primeros meses, fueron frecuentes las visitas del ingeniero para resolver problemas de regulación de velocidad y de reparación de las prensas. El continuo intercambio con el personal de la "maquiladora" permitió mejorar las maquinas además de resolver los problemas y asegurar el mantenimiento. El ingeniero constructor hizo incluso recomendaciones sobre algunos cambios de puestos de trabajos para asegurar el mejor mantenimiento de las prensas. Después de un

año de instaladas las prensas mexicanas, y a diferencia de las prensas italianas, el constructor aceptó impartir un curso de capacitación a los empleados de mantenimiento para transmitirles los conocimientos necesarios.

De este ejemplo (pero conocemos otros similares, como aquellos analizados por Ruffier, Testa y Walter, 1987; Iranzo y Alonso, 1989; Alonso, 1991; Ruffier, 1993; Walter, 1993) podemos extraer algunas conclusiones respecto tanto del aprendizaje como de la transferencia de tecnología. La gran diferencia entre las prensas italianas y mexicanas radica en el tipo de relaciones que se establecieron entre el proveedor de equipos y la empresa usuaria. La continuidad y calidad de la relación con la constructora mexicana permitió no solamente echar a andar el equipo correctamente sino que además se mejoró notablemente el equipo inicial, y los conocimientos de ambas partes. Circuló (y se construyó) una información de carácter técnico (y en algunos casos organizativo) en el caso de las prensas mexicanas tanto del lado de la empresa maquiladora como del lado de la empresa constructora. Los saberes se constituyeron colectivamente y se inició un proceso de aprendizaje (en el diseño, la construcción, instalación, manejo y mantenimiento). La transferencia internacional entre la empresa italiana y la maquiladora, sin ser un fracaso no permitía llegar a tal punto de acuerdo como para que interviniera el usuario en la concepción y adaptación de la maquinaria. Aquí observamos que la sola transferencia no garantiza por sí misma el éxito tecnológico. Por eso se necesita impulsar un proceso de aprendizaje por parte de los actores de la empresa adquiriente, un aprendizaje colectivo (Villavicencio, 1990).

En otra investigación se pudo analizar el funcionamiento de una empresa productora de yogurt que logró un alto nivel de automatización de la producción importando equipos de alta complejidad (Villavicencio, 1989). La mano de obra de dicha empresa era de bajo nivel de escolaridad y de escasa experiencia en el manejo de equipos automatizados. Por su parte, la dirección de la empresa nunca estableció procesos de capacitación formal, pero sí mantuvo mecanismos de gestión de las relaciones sociales con y entre la mano de obra que posibilitaron una adecuación de la organización del trabajo. Un aspecto interesante de este manejo es el hecho de que los trabajadores tenían la posibilidad de intercambio de experiencias, puestos e información sin tener que respetar necesariamente la jerarquía formal. De este modo, los conocimientos técnicos adquiridos por unos circulaban entre todos (y muchas veces la relación era entre "cuates" o familiares).

El carácter colectivo del aprendizaje se puede averiguar no solamente, como lo vimos dentro de la empresa, donde circulan conocimientos y experiencias entre el personal, sino con actores que participan de la vida de la empresa sin formar parte de ella (proveedores, personal técnico de apoyo etc.). Otros también llegaron a la misma conclusión basándose en observaciones empíricas :

"(...) technical change as well as innovative and adaptive capability and competence is seen as a social phenomenon, created by interactive relations between enterprises rather than phenomena located within individual enterprises. Innovative competence is further an attribute of a collective or community, not isolated individuals, which do, however, participate in the process in different capacities." (Sverrisson, 1992: 10).

Este mismo proceso de intercambio permanente de conocimientos se ha observado con innovaciones de alto contenido científico entre personal altamente capacitado (von Hippel, 1987) [6]. De modo que para que haya transferencia de tecnológica se debe apoyar en un mecanismo social poderoso de intercambio y de relaciones sociales.

De esta observación, tanto en el taller como en la unidad de I&D o de ingeniería, surge la idea que la empresa es un **actor colectivo** capaz de producir eficazmente (Jacot, 1984). En continuidad con la sociología de las organizaciones, la observación del aprendizaje tecnológico da un nuevo significado a ésta idea que la organización es el producto de un actividad social (Crozier y Friedberg, 1977; Bernoux, 1985), que la organización es el producto de la estrategia de los actores, mas no un producto "acabado", racional, sino múltiple y complejo.[7] En esta complejidad reside también buena parte de la capacidad de respuesta de las empresas a los desequilibrios, es decir de la capacidad de innovación de la empresa.[8]

Para la empresa, el aprendizaje tecnológico es el mecanismo fundamental a través del cual logra obtener las experiencias que más tarde podrá usar para obtener resultados nuevos. He aquí un aspecto importante del aprendizaje que una investigación empírica de las empresas de química en Venezuela permitió verificar (Pirela, Rengifo, Arvanitis y Mercado, 1991; Arvanitis, Mercado, Rengifo y Pirela, 1992). El aprendizaje tecnológico, es decir las formas en que se recibe la información sobre el entorno (y sobre las alternativas tecnológicas), la forma en que se desarrolla la negociación de las tecnologías, la forma en que se da el control operativo de las tecnologías, es determinante para entender el proceso de transferencia de tecnología.

El cuadro siguiente indica la existencia de experiencias en los diversos rubros del aprendizaje tecnológico en 119 empresas de química en Venezuela (Pirela, Rengifo, Arvanitis y Mercado, 1993).

Actividades del aprendizaje tecnológico	% respuestas
Búsqueda de alternativas tecnológicas	69,6
Negociación de tecnología	52,9
Desarrollo de nuevos productos	82,3
Adaptación, modificación a maquinaria y equipos	60,5
Fabricación propia de repuestos y equipos	47,1

En este esquema, definimos el aprendizaje como la acumulación de experiencias ¿Dónde conforman un acervo de la empresa. Se debe hacer hincapié en que las empresas más activas tecnológicamente son las que buscan alternativas tecnológicas. Gran parte de ellas también tiene una experiencia en negociación de tecnología. Estas dos actividades son, dentro de los rubros que resume nuestro cuadro, aquellas que permiten medir la relación de la empresa con el entorno. Siguiendo a Sverisson (1992) y a muchos otros autores, quisiéramos rescatar la importancia de *las relaciones técnicas externas* de la empresas (lo que el autor llama "aprendizaje colectivo").

En escritos anteriores sobre el caso de Venezuela, hemos venido hablando de empresas "autárquicas" para calificar aquellas empresas que de algún modo desarrollan actividades de aprendizaje tecnológico sin conectarse con empresas extranjeras. Buena parte del esfuerzo de dichas empresas reside en re-hacer cosas ya dominadas por otras empresas en un afán de dominar la totalidad del proceso productivo. Es una forma de internalización de los saberes que existen, cuyo techo está en la estructura de los mercados y de las empresas competidoras. Mientras el contexto económico de las empresas no se modifica, mientras las empresas se mantienen en un universo tecnológico y comercial poco competitivo (como lo fueron por varias décadas los mercados en América Latina), las empresas pueden optar por una estrategia de auto-suficiencia. Pero no se puede apostar sobre dicha estrategia en caso de querer competir a nivel mundial o, sin salir de las fronteras, en un mercado abierto.

D
e

a
h
í

l
a

i
m
p
o
r
t
a
n
c
i
a

d
e

l
a
s

r
e
l
a
c
i

ones técnicas externas.[9] Nos estamos refiriendo básicamente a los siguientes aspectos: vínculos formales con empresas proveedoras de tecnología, nacionales e internacionales y nexos con centros de investigación. Esas relaciones pueden desglosarse según se refieran a desarrollos de nuevos productos, de nuevos procesos, fabricación de partes y equipos o a asistencia técnica. El gráfico muestra estas relaciones para el caso de las empresas de química en Venezuela (1988).

Observamos un cierto grado de especialización entre tipo de empresas y tipo de desarrollos que se realizan: las empresas extranjeras son las preferidas para desarrollar nuevos productos y procesos y asistencia técnica; las empresas nacionales son las preferidas para fabricar piezas, partes y equipos. Hay que recordar que las empresas más activas

mantiene relaciones con toda la gama de contactos, nacionales y extranjeros para todo tipo de desarrollos.

En breve, podemos resumir las observaciones realizadas anteriormente : el aprendizaje tecnológico es un proceso acumulativo con mecanismos de interacción y de regulación tácitos más frecuentemente que formales, donde el conocimiento es ante todo producto de una continua interacción entre actores sociales externos a la empresa y la propia empresa tanto en el nivel de los procesos productivos como de la empresa en su conjunto. Es un mecanismo que resuelve el posible conflicto entre la organización, siempre "conservadora", y la innovación (Alter, 1993).

IV. El aprendizaje tecnológico: problemas de metodología

En este apartado quisiéramos insistir sobre los problemas de metodología, ya que hemos expuesto algunos de los aspectos más fundamentales del aprendizaje. ¿Dónde, y cómo observar el aprendizaje tecnológico? A esta pregunta, implícitamente ya hemos respondido. En dos equipos de investigación —INIDET/GLYSI[10] y CENDES/ORSTOM [11]— hemos tratado de darle un contenido empírico preciso al concepto. Aquí pretendemos comparar las estrategias de investigación de ambos equipos que ciertamente influyen sobre la propia definición del aprendizaje.

Existen varios momentos del aprendizaje que denominamos *funciones*, que están estrechamente vinculadas en el tiempo. No se trata de etapas subsecuentes, sino de procesos que pueden ser paralelos, que pueden depender uno del otro en el tiempo y el espacio y que muestran la capacidad de los actores de la empresa a incidir en cada uno de ellos. Las funciones se desarrollan en el interior de la empresa y algunas permiten vincularla con el entorno (Ruffier, Testa y Walter, 1987; Villavicencio, 1993):

- *Compra, decisión y selección tecnológica*, funciones en que los dirigentes de la empresa aprenden a vincularse con el mejor proveedor, a adquirir el mejor equipo, a decidir sobre lo pertinente de la inversión.
- *Construcción/Concepción de la tecnología*, estrechamente ligadas a las funciones anteriores, en ellas el aprendizaje se lleva a cabo cuando los actores de la empresa son capaces de optar por la tecnología que mejor se articula con las características tecnológicas, organizacionales, sociales, etc. de la empresa misma.
- *Instalación del equipo*. Es la función en que el proveedor de la tecnología transmite las informaciones pertinentes y necesarias para su puesta en marcha, y los usuarios aprenden a descodificarlas.

- *Operación del equipo.* Es la función de ejecución por parte de la mano de obra, donde se aprende a efectuar correctamente las diferentes operaciones para las cuales el equipo fue concebido.
- *Mantenimiento y reparación,* cuando el aprendizaje tiene que ver con la descodificación de información que el proveedor no fue capaz de transmitir.
- *Programación.* Función en que el aprendizaje se relaciona con la readecuación de las características del equipo a los cambios requeridos por la producción y/o por la organización de la empresa en su conjunto. Se efectúa fundamentalmente cuando se trata de tecnología informatizada o numérica.
- *Modificación del equipo,* es cuando los ingenieros, técnicos y la mano de obra aprenden a hacer mejoras y adaptaciones al equipo, de transformarlo y permitir la integración de nuevas funciones.
- *Capacitación,* función en la que se formaliza una parte de las actividades vinculadas al aprendizaje tecnológico.
- *Concepción de nuevos productos o procesos.* Es la función en que los actores de la empresa aprenden a interrelacionar los aspectos arriba mencionados para generar un proceso de innovación, pudiendo incrementar los desempeños cuantitativos y cualitativos de la tecnología tanto en el plano técnico como económico.

diagrama que sigue reproduce el ejemplo de la empresa mencionado en el apartado anterior. Las líneas significan la relación de "flujo de información" entre los actores de una función y otra, mientras más marcada es la línea, más interacción (*feed back*) entre cada punto del diagrama.

Para observar a la empresa como entidad, diseñamos otro esquema de investigación sobre las conductas empresariales. Partimos de la idea que se deben examinar *las actividades* que la empresa desarrolla para obtener, seleccionar y modificar la tecnología (Arvanitis, Mercado, Rengifo y Pirela, 1992; Pirela, Rengifo, Arvanitis y Mercado, 1992). Varias actividades se pueden identificar y resumir como sigue:

- *Búsqueda de información especializada sobre alternativas tecnológicas*: esta actividad supone, en términos generales, que una empresa está en estado de alerta respecto a los múltiples oferentes de soluciones tecnológicas. Esta actividad incluye visitas a plantas, participación en ferias y congresos, suscripción a bases de datos, etc. Se trata, como ya lo mencionamos, de una actividad crítica en la medida en que de ella se derivan las posibilidades de modificar profundamente los productos y procesos de la empresa, así como sus proveedores.

- *Negociación de tecnología.* La realización de esta actividad toma un sentido muy diferente según las empresas. Puede ser la simple negociación de cláusulas de un contrato o puede ser la negociación inteligente que llega a "desempaquetar" una oferta de tecnología.

- *Adaptación o modificación de equipos, partes y piezas.* Para muchos autores la adaptación es la principal actividad del aprendizaje de las empresas en los países en vía de desarrollo (Katz, 1987; Brent-Copley, 1990) y potenciar nuevos diseños (Sahal, 1981; Bell, 1984). Sin embargo, pensamos que el papel de la adaptación en el proceso de aprendizaje tecnológico es más restringido.

Cuando la adaptación se realiza con el sólo propósito de mantener operando los equipos, se trata de una simple respuesta a problemas operativos, "trouble-shooting" sin verdadero potencial para llevar a cabo innovaciones. Cuando, por el contrario, las adaptaciones y modificaciones se refieren a aspectos sustanciales de los equipos, incluyendo su diseño, sí puede llevar a mayores innovación. Las modificaciones a los equipos de control muchas veces tienen ésta característica [12]. La diferencia entre estos dos tipos de adaptaciones traducen las dos principales estrategias que se pudieron observar en Venezuela en la industria química (Pirela, Rengifo, Arvanitis y Mercado, 1993).

- *Fabricación propia de equipos y partes.* Esta actividad se encuentra a menudo en empresas que confrontan problemas de abastecimiento de equipos y partes, por ejemplo cuando hay controles estrictos de divisas o de importación en un esquema de protección a la industria nacional. Generalmente son actividades periféricas respecto al corazón de los procesos productivos que, en buena lógica, las empresas deberían subcontratar a otra empresas. Como para las actividades anteriores, muchas empresas con estrategia de "mantenerse produciendo" acuden a ésta práctica.

- *Desarrollo de nuevos productos.* La apelación cubre varias actividades como son: la copia de productos, la modificación de fórmulas y el desarrollo genuino de un nuevo producto, sea éste un producto nuevo para dicha empresa y su mercado, o sea un producto de mayor trascendencia. En las encuestas que se hicieron en 1988 y 1992 en Venezuela, así como en Brasil (Mercado, 1992) se pudo averiguar que ésta actividad constituye el eje principal de la capacidad de innovación de las empresas.

- *Diseño de procesos nuevos.* En industrias de alto componente científico como electrónica, telecomunicaciones y automotriz, o en industrias de proceso como en la química esta actividad es compleja. Se trata de varias actividades de todas las actividades que modifican profundamente el proceso productivo. En general, se necesita tener de una capacidad de concepción y diseño, producto de las actividades de la unidad de ingeniería o de I&D.

Muchas observaciones empíricas nos permiten afirmar que raras veces las empresas en los países en desarrollo disponen de esta capacidad de diseño que permitiría rebasar los límites de las innovaciones adaptativas para convertirse en auténticas empresas innovadoras.

La comparación de los dos enfoques INIDET/GLYSI y CENDES/ORSTOM resulta interesante. Cuando se necesita observar los talleres productivos de las empresas, se examina el manejo de la tecnología y buena parte de las observaciones realizadas pueden resumirse en las funciones mencionada arriba en el primer enfoque. Se trata de *funciones internas* de la empresa. Cuando por el contrario, se toma como punto de partida la empresa para observar su "conducta" tecnológica, se examinan un conjunto de *actividades* que tratan de articular las variables internas a la empresa y las variables externas (en particular la búsqueda de información sobre alternativas tecnológicas, la negociación de tecnología y buena parte de la actividad de desarrollos de nuevos productos y procesos).

Resulta igualmente importante señalar que los dos enfoques fueron constituidos a partir de dos tipos de investigaciones diferentes: el estudio de caso y la encuesta. En el primero se trataba de entender cómo la eficiencia técnica se construye y se mantiene; en el segundo, cuáles eran las características de las empresas innovadoras. Con los estudios de caso se pudo señalar la importancia de los mecanismos de regulación de la incertidumbre (vigilancia, intervención) por parte de los trabajadores y su permanente comunicación entre ellos (Villavicencio, 1989). Con las encuestas, se pudo realizar un análisis del sector de la química que permitió observar cuáles son las empresas con mayor potencial innovador y cuáles las características que permiten identificarlas. Así, podemos decir que los dos enfoques y metodologías son complementarios en la medida en que permiten analizar tanto las relaciones entre las empresas y su entorno, como las relaciones entre los actores en el interior de la empresa.

V. La tecnología como reto para la empresa.

Insistíamos sobre la necesidad de condiciones previas para la transferencia tecnológica, sin las cuales ésta sería un mero desplazamiento de maquinarias y equipos con pocas posibilidades de integración exitosa en el aparato productivo nacional. Es claro que las empresas receptoras de tecnologías deben recorrer por un proceso de aprendizaje, y particularmente un aprendizaje abierto al exterior. La empresa debe igualmente tomar en cuenta que la tecnología (sea un equipo particular, una cadena productiva o una forma de organizar el proceso productivo) vive gracias a un proceso permanente donde se movilizan los conocimientos y las experiencias de los trabajadores, técnicos e ingenieros. Como afirma Huchet (1993), la transferencia tecnológica no se realiza en un vacío simbólico, ya que la empresa receptora tiene construido un universo de referencia al cual la tecnología importada debe articularse. Pero, si en el interior

de la empresa se debe permitir la continua circulación de saberes, también se deben mantener relaciones activas con el exterior: con los proveedores, fabricantes y constructores de equipo, con las empresas encargadas del mantenimiento, en fin, con todas aquellas empresas y actores que intervienen en la instalación y el funcionamiento de los equipos.

Una tecnología que rompe el esquema de regulación previamente instalado en la empresa tendrá pocas probabilidades de éxito. Además, destruyendo los mecanismos implícitos de regulación puede paralizarse una unidad de producción. Toda la dificultad estriba en que la experiencia y los conocimientos no se transfieren, aunque sí se aprenden los procedimientos. Buena parte de los fracasos que mencionábamos anteriormente provienen no tanto de la tecnología en sí, sino de que se pretendía sustituir las relaciones entre los actores en el interior de la fábrica, por otras importadas junto con los equipos transferidos. Pero sin ir hasta situaciones de caricatura, podemos afirmar que la transferencia masiva (y necesaria) de tecnología debe apoyarse en *las funciones y actividades* que hemos examinado como fundamento del aprendizaje tecnológico. Así se conforma la "memoria tecnológica" (Avalos, 1984) que permite a la empresa aprender a aprender (Stiglitz, 1987), es decir optar para un manejo mucho más complejo y completo de la tecnología que incluya investigación y desarrollo, ingeniería de procesos e intercambio con el usuario de su producción.

Finalmente, la transferencia de tecnología es en sí misma una experiencia del aprendizaje y forma parte del acervo tecnológico y cultural de la empresa, no solamente en el momento de la adquisición y puesta en marcha de una nueva tecnología, sino también en el futuro de la empresa. No es aquí el lugar para discutir sobre el particular, basta decir que la introducción de una nueva tecnología no representa solamente la adquisición de un activo fijo para la empresa, sino una posibilidad para ella de elaborar nuevas relaciones técnicas, de adquirir nuevas competencias, de manejar nuevos conceptos, en breve, de extender la red socio-técnica mediante la cual se conecta con su entorno.

BIBLIOGRAFIA

Aït El Hadj, S. (1989) *L'entreprise face à la mutation industrielle*. Paris, Les éditions d'organisation.

Akrich, M. y B. Latour (1992) "A summary of a convenient vocabulary for the semiotics of human and non-human assemblies", en W.E. Bijker y J. Law (Ed.) *Shaping Society/Building Technology*. Cambridge, Mass., The MIT Press, pp. 259-264.

Alonso, O. (1991). *Automatización programable y cambio organizacional en la industria de bienes de capital: el caso del sector de bombas para líquidos*. CENDES (UCV), Caracas.

Alter, N. (1993) "Innovation et organisation : deux légitimités en concurrence." *Revue Française de Sociologie* París, núm. 34(2), pp. 175-197.

Arvanitis, R., A. Mercado, R. Rengifo y A. Pirela (1992) "Technological learning in the venezuelan company: Path of innovation." *Journal of Scientific and Industrial Research*, New Delhi, núm. 51(1), pp. 32-41.

Arvanitis, R. y A. Pirela (1993) *Le comportement des entreprises face à la technologie et l'ajustement structurel: L'industrie chimique au Vénézuéla*. Rapport final de recherche pour le Ministère de la Recherche et la Technologie, Paris (91-L-0583), Juin 1993. Paris, Caracas & México, ORSTOM & CENDES.

- Avalos, I. (1984) "Breve historia de la política tecnológica venezolana", en Naim y Piñango (Eds.), *Venezuela: una ilusión de armonía*, Ediciones IESA, Caracas, pp. 376-394.
- Barcet, A., C. Le Bas y C. Mercier (1985) *Savoir-faire et changements techniques. Essai d'économie du travail industriel*. Lyon, Presses Universitaires de Lyon.
- Bell, M. (1984) "Learning" and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries, in M.Fransmann & K.King (eds) *Technological Capability of the Third World*, Macmillan (Ed.) London, pp. 138-156.
- Bernoux, P. (1985) *La sociologie des organisations*. Paris, Editions du Seuil.
- Boutat, A. (1991) *Les transferts internationaux de technologie*. Lyon, Presses Universitaires de Lyon.
- Brent-Copley, H. (1990) "Technical change in manufacturing firms in Latin America: a review and synthesis." *World Development* núm. 18(1), pp. 1459-69.
- Callon, M. (1991) "Réseaux techno-économiques et irréversibilités", en R. Boyer, B. Chavance y O. Godard (Ed.) *Les figures de l'irréversibilité en économie*. Paris, Editions de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, pp. 195-230.
- Callon, M. y B. Latour, Ed. (1989). *La science et ses réseaux. Génèse et circulation des faits scientifiques*. Paris, La Découverte / Conseil de l'Europe / Unesco.
- Constant, E.W. (1987) "The social locus of technological practice : community, system, or organization ?", en W. Bijker, T. Hughes y T. Pinch (Ed.) *New Directions in the Social Study of Technology*. Cambridge. Mass., MIT Press, pp. 223-242.
- Crozier, M. y E. Friedberg (1977) *L'acteur et le système*. Paris, Le Seuil.
- Dosi, G., C. Freeman, y otros, Ed. (1988). *Technical Change and Economic Theory*. London, Pinter Publisher.
- Fajnzylber, F. (1983) *La industrialización trunca de América Latina*. México, Siglo XXI.
- Freeman, C. y C. Pérez (1988) "Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour", en G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete (Ed.) *Technical Change and Economic Theory*. London, Pinter Publisher, pp. 38-66.
- Giedion, S. (1985) *Mechanization Takes Command: A Contribution to Anonymous History*. New York, W.W. Norton.
- Huchet, J.F. (1993) "Le rôle du récepteur dans l'accumulation des capacités technologiques à travers le transfert de technologie", en INIDET, *2èmes journées sur l'efficacité technique*, Lyon, INIDET/GLYSI.
- Hughes, T.P. (1983) *Networks of Power: Electric Supply Systems in the US, England and Germany 1880-1930*. Baltimore, John Hopkins University Press.
- Humbert, M. (1990) "Technologie et industrialisation face aux programmes d'ajustement structurel en Afrique." *Revue Tiers Monde*, núm. 31(122), pp. 245-266.
- Iranzo, C. y O. Alonso (1989) "Avances y problemas en el uso de control numérico en Venezuela." *Revista Espacios*, Caracas, núm. 10(1), pp. 15-20.
- Jacot, J.H. (1984) *Travailleur collectif et relations science production*, París, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Jones, B. y S. Wood (1984) "Qualifications tacites, division du travail et nouvelles technologies." *Sociologie du Travail*, París, núm. 4(4), pp. 407-421.

- Katz, J. (1976) *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Katz, J. (1987) *Technology Generation in Latin American Manufacturing Enterprises: Theory and Case Studies Concerning its Nature, Magnitude, and Consequences*. London,
- Latour, B. (1992) "Where are the missing facts? The sociology of a few mundane facts", en W.E. Bijker y J. Law (Ed.) *Shaping Society/Building Technology*. Cambridge, Mass., The MIT Press, pp. 225-258.
- Lundvall, B.-Å. (1988) "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation", en G. Dosi (Ed.) *Technical Change and Economic Theory*. Londres, Pinter Publishers, pp. 349-369.
- Lundvall, B.-Å., Ed. (1992). *National Systems of Innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*. London, Pinter Publishers.
- Mansfield, E. (1980) *Market Structure, International Technology Transfer, and the Effects on Productivity of the Composition of R&D Expenditures*, Washington D.C., University of Pennsylvania. A report to the National Science Foundation.
- Mauss, M. (1932) "Essai sur le don", *Sociologie et anthropologie (Réédition 1978)*. Paris, Presses Universitaires de France, Mercado, A. (1992). *Capacitación tecnológica en la química fina en Brasil*. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de política científica y tecnológica.
- Niosi, J. (1990) "Le transfert de technologie vers le Tiers-Monde par les PME: l'expérience canadienne." *Revue Tiers Monde*, núm. 31(122), pp. 265-283.
- OCDE (1992) *La technologie et l'économie. Les relations déterminantes*. Paris, OCDE.
- Perrin, J. (1983) *Les transferts de technologie*. Francia, La Découverte.
- Pirela, A. (1992) "La información como eje de la negociación." *Revista Espacios Caracas*, núm.
- Pirela, A., R. Rengifo, R. Arvanitis y A. Mercado (1991) *Conducta empresarial y cultura tecnológica. Empresas y centros de investigación en Venezuela*. Caracas, CENDES.
- Pirela, A., R. Rengifo, R. Arvanitis y A. Mercado (1992) "Aprendizado tecnológico e postura empresarial da industria química na Venezuela." *Revista de Administração Sao Paulo*, núm. 27(2), pp. 25-30.
- Pirela, A., R. Rengifo, R. Arvanitis y A. Mercado (1993) "Technological learning and entrepreneurial behaviour: A taxonomy of the chemical industry in Venezuela." *Research Policy*, núm. 22(5).
- Porter, M. (1990) *The competitive advantage of nations*. New York, The Free Press.
- Rattner, H. (1990) "Revolución científica tecnológica", en M. Weissbluth et al. (Ed.) *Conceptos generales de gestión tecnológica*. Santiago, Chile, CINDA, pp. 11-47.
- Raveyre, M.F. (1993) "L'efficience technique et l'analyse des PMI. Quelques réflexions sur la validité du concept", INIDET, (Ed.). *2èmes journées lyonnaises sur l'efficience technique*, Lyon, INIDET/GLYSI.
- Rosenberg, N. (1979) *Tecnología y Economía*. Barcelona, G. Gili Editor.
- Ruffier, J. (1991) "El debate sobre la transferencia de tecnología ha llegado a un estancamiento." *Sociología del Trabajo, nueva época*, Madrid, núm. 12, pp. 105-122.

- Ruffier, J. (1993) Le cas d'une presse à injection (fabrication de pare-chocs). INIDET. *2-èmes journées lyonnaises sur l'efficiency technique*, Lyon, INIDET/GLYSI.
- Ruffier, J. (1993) Traduction dans les décisions techniques et problématisation de l'efficiency. INIDET, (Ed.). *2èmes journées lyonnaises sur l'efficiency technique*, Lyon, INIDET/GLYSI.
- Ruffier, J., J. Testa y J. Walter (1987) *Les savoirs de l'industrialisation dans l'industrie uruguayenne et argentine*. Document de travail (1), mai 1987. Lyon, Gysi.
- Sahal, D. (1981) *Patterns of Technological Innovation*. London, Addison-Wesley Publishing Company Inc.
- Sainsaulieu, R., Ed. (1992). *L'entreprise, une affaire de société*. Paris, Presses de la Fondation Nationale de Sciences Politiques.
- Segrestin, D. (1992) *Sociologie de l'entreprise*. Paris, Armand Colin.
- Stiglitz, J. (1987) "Learning to learn, localised learning and technological progress", en P. Dasgupta y P. Stoneman (Ed.) *Economic Policy and Technology Performance*. Cambridge, Cambridge University Press,
- Sverrisson, A. (1992) *Innovation as a collective enterprise. A case study of carpenters in Nakuru, Kenya*. Lund (Sweden), Research Policy Institute, University of Lund.
- Villavicencio, D. (1989) *Transferts de Technologie et qualification: la construction sociale des "savoirs efficaces" dans une entreprise française de yaourt au Mexique*. Université Lyon II, Lyon.
- Villavicencio, D. (1990) "La transferencia de tecnología: Un problema de aprendizaje colectivo." *Argumentos*, Mexico, UAM-X, núm. 10-11, Diciembre, pp. 7-18.
- Villavicencio, D. (1992) *L'Efficiency technique, réflexions fondées sur deux études de cas*, Lyon, Rapport intermédiaire, INIDET/GLYSI.
- Villavicencio, D. (1993) "¿Qué entendemos por aprendizaje tecnológico?" *Tecnoindustria*, México, CONACYT, núm. 11, agosto-septiembre, pp. 22-28.
- von Hippel, E. (1987) "Cooperation Between Rivals: Informal Know How Trading." *Research Policy* núm. 16(6), pp.
- Waissbluth, M., G. Cadena, et al. (1990) "El paquete tecnológico y la innovación", en M. Waissbluth et al. (Ed.) *Conceptos generales de gestión tecnológica*. Santiago (Chile), CINDA, pp. 171-258.
- Walter, J. (1993) "¿Como conciliar productores y clientes? (Caso automotriz argentina)". INIDET, (Ed.). *2èmes journées lyonnaises sur l'efficiency technique*, Lyon, INIDET/GLYSI.

NOTAS

1. La labor de los ingenieros es precisamente armar y desarmar estos paquetes tecnológicos. Esa ingeniería "a la inversa" no es nuestra tarea, sino la de los profesionales y técnicos involucrados en la relación de transferencia.
2. Boutat (1991) propone una interesante definición de la tecnología, en su intento por acentuar lo que denomina los elementos "no corporales" de un sistema tecnológico. Para él, la *técnica* constituye el conjunto de procedimientos utilizables en la investigación y la transformación de la naturaleza para producir una obra u obtener un resultado determinado, y la *tecnología* consiste en la capacidad de conceptualizar o describir, codificar o

explicar, expresar o determinar una cierta diversidad de formas de investigación y de transformación.

3. Sin ir hasta tal punto de refinamiento, el equipo de investigación sobre "Conductas empresariales ante la tecnología" de Venezuela, había planteado en 1988 unas consideraciones similares para diferenciar las actitudes de las empresas frente a la tecnología. Así se distinguían las empresas pasivas (las cosas se hacen) de las empresas reactivas (hacen las cosas) y de las empresas activas (Hacen hacer las cosas) (Pirela, Rengifo, Arvanitis y Mercado, 1991: 27).

4. Lall citado por Mercado (1992) hace mención de: "learning by doing, learning by adapting, learning by design, learning by improved design, learning by setting up complete production systems, learning by design of new processes".

Como se puede apreciar la actividades mencionadas se limitan a los procesos de producción exclusivamente. Como lo explicaremos más adelante se debería también incluir otras actividades como la búsqueda de información tecnológica, la negociación de tecnología, el desarrollo de nuevos productos.

5. Una primera aproximación a éste enfoque es el libro de Pirela, Rengifo, Arvanitis y Mercado (1991). El informe de investigación de Arvanitis y Pirela (1993) contiene una elaboración más detallada.

6. Dicho de paso, von Hippel observó entre los ingenieros y científicos métodos de intercambio de información que no se parecen al trueque sino más bien al intercambio de dones, es decir que la interrelación se establece preferentemente con personas y actores de quienes se está esperando un don a cambio de aquel que se le ofrece, exactamente como aquellos intercambios de don recordados en la antropología social y que fueron descubiertos por Marcel Mauss en 1932 .

7. Y seguramente más complejo que lo que intuían la sociología y la administración de organizaciones, cuando ponían el poder en el centro de sus preocupaciones. Una de las bondades de la revisión de la organización de la empresa centrandose sobre el uso de la tecnología es el hecho de que el poder ya no es el único eje explicativo de la conducta organizativa (Sainsaulieu, 1992; Segrestin, 1992; Ruffier, 1993).

8. Esto no es cierto únicamente porque mientras más complejo un organismo mejor sus posibilidades de respuesta, sino más bien porque, en el caso de una empresa, los desequilibrios y las incertidumbres no son siempre previsibles. Esta observación de la complejidad que a su vez permite una mayor capacidad de respuesta es particularmente importante para las pequeñas y medianas empresa (Villavicencio, 1992; Raveyre, 1993).

9. Nos estamos limitando a éstas, pero en una visión más comprensiva habría que tomar en cuenta un gran número de relaciones de carácter menos técnico pero sin embargo muy útiles para la empresa, ya que conforman el "ámbito competitivo" de la empresa (Porter, 1990).

10. INIDET/GLYSI: Instituto Internacional para el Desarrollo de Tecnologías y Grupo Lyonés de Sociología Industrial, unidad asociada al Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) de Francia. Coordinador de la investigación: Jean Ruffier.

11. CENDES/ORSTOM: Area de Ciencia y Tecnología del Centro de Estudios del Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela y Equipo "Ciencia, Tecnología y Desarrollo" del Instituto Francés de Investigaciones Científicas

para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM). Equipo de investigación coordinado por Arnoldo Pirela.

12. En la práctica, cuando se examinan las respuestas a los cuestionarios es difícil hacer la diferencia con la simple observación de las respuestas a dichas preguntas. Sin embargo, los métodos multi-dimensionales dan clara indicación de esas dos vías, adaptación sencilla para mantenerse operando y adaptaciones más complejas para modificar sustancialmente los equipos y procesos productivos.