

Aprendizaje y gestión tecnológica : Estudios de casos y reflexiones para la gestión de la tecnología

Rigas Arvanitis (*) y Enrique Medellín (**)

ESPACIOS 7(3) 1996 : 5-16

Los trabajos que se publican en este número de la revista ESPACIOS fueron inicialmente presentados como ponencias en el Coloquio internacional "Aprendizaje tecnológico, innovación y política industrial : experiencias nacionales e internacionales" que tuvo lugar en la ciudad de México en Septiembre de 1996. Todos estos trabajos fueron presentados en una sección del coloquio, a cargo del Ing. Enrique Medellín, en donde se presentaron varios estudios de casos de innovaciones. El interés era doble : primero, aumentar la colección de estudios de casos sobre innovación que se realizan en varios países y, segundo, mostrar la necesidad del aprendizaje tecnológico en la gestión tecnológica. Hemos seleccionado cinco ponencias y hemos pedido a sus autores que insisten más en estas dimensiones, tanto empíricas como de corte teórico.

La fuerte participación que tuvo el Coloquio sobre Aprendizaje tecnológico demuestra la importancia de los temas que ahí se debatieron. En efecto, no se puede obviar más tiempo, en particular para los países de América Latina, que ha faltado de manera crucial un serio debate sobre la génesis de las innovaciones, su manejo en las empresas y el propio aprendizaje tecnológico de las empresas. No se puede obviar más tiempo la necesidad de un debate sobre las consecuencias que esto conlleva para la definición de una política industrial, sobre la necesidad de esta política industrial. No se puede obviar más tiempo el hecho de que todavía nos falta una teoría de la relación entre innovación y aprendizaje, teoría que puede ser crucial a la hora de entender los patrones de inserción de una nación en los flujos internacionales del comercio y del desarrollo. No se puede obviar más tiempo que la gestión de la tecnología debe acercarse a la política y de manera reciproca se debe mejor entender la política a la luz de la gestión de las tecnologías.

La ponencias aquí publicadas permiten avanzar algo en estos temas. Ruby Gonsen nos introduce el tema del aprendizaje tecnológico tal como lo han tocado autores como Sanjaya Lall, Martin Bell o Jorge Katz [1-7] para mencionar solamente a algunos. Insiste en que el desarrollo de la tecnología es el producto de tres tipos de capacidades que se deben acumular por un país : capacidades administrativas y gerenciales, capacidades empresariales y capacidades tecnológicas. Mantenerse en industrias complejas, con mercados muchas veces de dimensiones mundiales, con tecnologías que cambian rápidamente bajo la fuerte competencia necesita tener capacidades en estos tres ámbitos. La revisión que hace Gonsen de estas capacidades y lo que significan abarca muchas dimensiones que ilustra el ejemplo de la industria de bioprocesos en México.

La industria de bioprocesos a finales de los años 80 en México en vez de crecer retrocedió por falta de introducción de innovaciones en tecnologías más maduras de fermentación. Aunque se revelaban empresas capaces de dominar la selección de tecnologías importadas no parecían

tener las facultades suficientes para incorporar "know why" a sus procesos, es decir introducir cambios sustanciales de los procesos y realizar labores I&D de manera sistemática. Unos cinco años más tarde la industria tuvo que enfrentar cierres de plantas y de líneas de producción, padeciendo así una reducción drástica de actividades en como la producción de antibióticos y enzimas. De este modo se golpeaba la propia base de la industria que son precisamente las capacidades de fermentación a escala industrial. este círculo vicioso donde, a raíz de la falta de una cierta capacidad tecnológica se van perdiendo previas capacidades, es el principal riesgo para los sectores productivos con altos ritmos de cambio tecnológico.

Esta observación de la posibilidad de un círculo vicioso a raíz de la pérdida de capacidades tecnológicas básicas y que podría parecer tautológica (la falta de capacidades tecnológicas induce disminución de capacidades tecnológicas) ha sido mencionada en la literatura sobre la innovación [8], el aprendizaje organizacional [9] y el comercio internacional [10]. Una formulación más polémica consistiría decir que sin innovadores no hay innovación y sin innovación no hay dominio de tecnología, competitividad o incluso desarrollo industrial. El caso de la tecnología Off-shore de la Petrobrás que expone André Furtado es de este punto de vista un excelente ejemplo.

Petrobrás desarrolló un liderazgo mundial en tecnología de perforación offshore de grandes profundidades sobre la base de desarrollos internos en una tecnología que dominaba relativamente bien después de haber acumulado un know how y un personal de calidad internacional en dicha tecnología. En vez de elegir una tecnología nueva en ruptura con su trayectoria tecnológica anterior, Petrobrás decidió reorientar sus capacidades acumuladas en una tecnología de exploración de altas profundidades para concebir un pozo de extracción en aguas profundas. Esta decisión, realmente innovadora, introduce una fuerte dosis de I&D y de capacitación, intensas relaciones con sus proveedores extranjeros. Furtado subraya la paradoja aparente : Petrobrás, una empresa cuya estrategia no fue de ruptura sino más bien de inteligente negociación de tecnología con sus proveedores extranjeros logra el liderazgo en una tecnología de muy grande complejidad en un ambiente poco propicio para el desarrollo de nuevas tecnologías. En realidad, la combinación de un aprendizaje tecnológico acumulado desde muchos años y una decisión estratégica acertada parecen haber sido los ingredientes de este éxito. Se puede comparar este caso con el de la empresa Venezolana INTEVEP, el centro técnico de Petróleos de Venezuela, en el desarrollo de la Orimulsión que recientemente publicaron Hebe Vessuri y Maria Victoria Canino en la Revista "Science Technology and Society" [11]. De manera muy similar a la Petrobrás, las empresas filiales de Petróleos de Venezuela están acostumbradas a la negociación inteligente de tecnologías con sus proveedores extranjeros. En un estudio en curso Fortin y Arvanitis [12] señalan que esta misma estrategia fue la que siguió el el Instituto Mexicano del Petróleo en México en el ámbito de la catálisis. Se trata de una estrategia muy natural en un ámbito donde hay pocos proveedores, tecnologías muy pesadas y complejas y necesidad de conocimientos científicos y técnicos muy en profundidad. Tenemos así empresas acostumbradas a un papel de "seguidor tecnológico" y negociador de tecnologías pero que logran jugar un papel protagónico.

Curiosamente, después de la descripción de los datos empíricos, tanto Ruby Gonsen como André Furtado insisten en lo que los economistas llaman el "ambiente de selección". Sin embargo, el ambiente de selección, es decir el contexto económico (baja de los precios del petróleo en el caso de la Petrobrás, apertura económica en el caso de la industria de bioprocesos en México) parece jugar de manera muy diferente en uno y otro caso. De modo que contrariamente a lo que podría sugerirse con esta interpretación que da el énfasis al contexto de la industria quisiéramos más bien insistir en la orientación propia que la empresa

le da al uso y desarrollo de sus propias capacidades. Retomando quizás una polémica que va mucho más allá de los ejemplos que se presentan en este número, pensamos que estos ejemplos ilustran el poder propio de la empresa en decidir sus orientaciones. Como lo muestran autores como Philip Vergragt [13, 14] o Michel Callon [15, 16], la innovación es el producto de decisiones claves en las empresas que crean una trayectoria específica, irreversible hasta cierto punto. Un elemento que los autores no mencionan es que existen tecnologías nuevas que utilizan los recursos y competencias disponibles ("competence enhancing") y otras que las destruyen, en cuál caso el aprendizaje técnico propio es menos importante que la identificación, importación y transferencia de competencias técnicas externas. Las industrias mencionadas en estos ejemplos están en el primer caso, a saber crean nuevas tecnologías sobre la base de técnicas que ya dominan [17, 18].

Victor Pelaez de igual forma, pero esta vez en el contexto de los países industrializados y en el marco de empresas multinacionales como son Searle y Monsanto, muestra un conjunto entrelazado de estrategias que explican la emergencia y el desarrollo de un nuevo producto, el aspartame. El caso es interesante porque la empresa Searle, y después de ella la propia Monsanto que compró a Searle, aplicaron estrategias de comercialización que se encuentran por lo general en las industrias farmacéuticas (notablemente en la venta a médicos y en la venta de productos farmacéuticos genéricos al gran público) para un producto destinado a la industria alimenticia (productores de colas y bebidas azucaradas y público consumidor de azúcar). Pero incluso en la fase anterior de desarrollo de producto, vemos como la empresa tiene frente a ella varias posibilidades (por lo menos dos principales: explotar la licencia de su patente o decidir producir ella misma la nueva sustancia). La decisión de lanzarse en una nueva aventura productiva es, según Pelaez, el producto de una evaluación del entorno que hace Searle en estos años: se pensaba que las empresas medianas como Searle no podrían sobrevivir en una industria que cada vez exige más inversiones en I&D y mayores concentraciones de capital; el nuevo producto parecía más factible de ofrecer una ventaja competitiva cuando menos por ser menos exigente en investigación que una medicina. La realidad no dio razón a este punto de vista pero aún así la comercialización del aspartame resultó muy exitosa. Dos elementos parecen haber sido muy importantes: la colaboración con los usuarios de la nueva sustancia (Coca Cola, PepsiCo y General Foods) a la hora de efectuar ensayos y pruebas para la industria alimenticia y una estrategia interna de crecimiento interno de la empresa que permitió superar las trabas del proceso de aprobación de la nueva sustancia por el Food and Drugs Administration.

El ejemplo permite observar el entrelazamiento de decisiones gerenciales con oportunidades del entorno. No es el entorno sólo, sino el entorno interpretado por la empresa lo que parece lo más importante. No es la decisión sola sino la manera en que esta decisión permite a la empresa aprovechar oportunidades y, sobretudo, apoyarse en sus capacidades producto del aprendizaje que atravesó. Vemos entonces aquí una primera aproximación a la frágil relación que conecta el aprendizaje a la innovación: la innovación necesita del aprendizaje de la empresa para surgir cuando menos porque permite tener decisiones informadas acerca de su pasado, sus capacidades, las oportunidades. En gran parte, la visión de la empresa es un producto de su aprendizaje y es muy difícil mencionar cuales son los aspectos específicos que se necesitan para que efectivamente se escoja una visión que premia a la innovación, que permita el desarrollo tecnológico. Como lo hemos podido ver con varios trabajos empíricos en la industria química en México [19, 20] y en Venezuela [21] el aprendizaje por sí solo no es una explicación suficiente de la innovación. Pero parece ser que el aprendizaje permite crear conductas en materia tecnológica, es decir empresas que tienen valores y normas que identifican a la tecnología como un recurso esencial de sus estrategias.

¿Hasta qué punto se puede generar un tipo de empresas nuevas, más atentas a la tecnología de “punta”, o por lo menos más atentas al desarrollo tecnológico, y que se consagran a desarrollar productos nuevos y no solamente al ensamble de piezas sobre diseños importados ? ¿ Existen formas de aprendizaje que favorecen esta generación ? ¿ Existen empresas que basan sus operaciones en competencias intensivas en conocimiento ? A estas preguntas, Carrillo y Hualde tratan de contestar con en el ejemplo de la empresa DEPLHI-Juárez, que forma parte de una división de General Motors, ubicada en Ciudad Juárez en la frontera de Estados Unidos con México, bajo el régimen fiscal de empresa maquiladora. Carrillo y Hualde, ambos muy calificados para hablar de estos temas, detallan este caso de empresa maquiladora de “tercera generación”. Se trata de un tipo de empresas intensiva en conocimientos, y no como anteriormente era más común, explotando exclusivamente la ventaja que daba la mano de obra barata (primera generación) o las ventajas debido a la racionalización de la mano del proceso productivo (segunda generación). Desde muchos puntos de vista la empresa Delphi en Juárez es una excepción incluso dentro de las empresas del grupo Delphi y de la industria automotriz de manera general.

Delphi-Juárez tiene un centro de I&D; en realidad la empresa es una unidad de desarrollo tecnológico y de ahí el interés. Si con el caso de la Petrobrás estábamos ante una paradoja (una empresa innovadora y líder en tecnología aún cuando basó sus desarrollos sobre cambios incrementales) en el caso de Delphi la paradoja parece todavía más grande: estamos frente a una empresa de muy alta tecnología bajo la figura de empresa maquiladora. Jorge Carrillo y Alfredo Hualde indican que la evolución de las empresas maquiladoras depende de su aprendizaje organizacional, de las estrategias corporativas y de la dinámica del sector al cuál pertenecen. Nos parece que este último punto esta menos comprobado ya que este ejemplo, como el ejemplo de éxito de la Petrobrás o el fracaso relativo de industria de bioprocesos parecen indicar que no es tanto el sector en sí lo que cuenta, sino más bien la configuración de las relaciones externas de las empresas. Aunque este nos es tema de los artículos aquí presentados podemos repetir lo que mencionan Carrillo y Hualde al respecto : los eslabonamientos productivos son muy distintos para una empresa basada en conocimiento de una empresa que explota esencialmente la ventaja que le ofrece una mano de obra barata.

Podríamos de ahí generalizar : el aprendizaje tiene una componente externa, que es distinta cuando se trata de empresas que explotan ventajas competitivas dinámicas respecto a las empresas que explotan ventajas estáticas (bajo costo de los insumos y de la mano de obra, cercanía de recursos, etc...) [22]. Surge entonces un interrogante: es el aprendizaje lo que permite a una empresa llegar a explotar tales ventajas dinámicas ? Regresando a los textos sobre aprendizaje y estrategia, como lo señala Arturo García Torres en el próximo artículo, la estrategia parece ser primero. La decisión de implantar Delphi en Juárez precede su acumulación de experiencias, aunque la gerencia de GM sabe identificar un conjunto de factores en Juárez tales como para apostar en la creación de una empresa de este tipo en México. Es decir, otra vez, observamos esta intrincada relación que hay entre, por un lado, el aprendizaje tecnológico y organizacional y, por otra lado, las decisiones de carácter estratégico.

El artículo de Arturo García Torres permite insistir sobre diez dimensiones que afectan directamente la gestión de la innovación tecnológica y que los demás autores han examinado en sus estudios de casos. Sin embargo, el hecho de examinar estas dimensiones con el lente de la gestión permite enfocar dos aspectos adicionales que nos parecen de suma importancia. Primero, la articulación que propone García Torres entre la estrategia del negocio y la gestión de la tecnología como dimensión esencial de la innovación. En efecto, la estrategia no es

producto del aprendizaje sino de una voluntad propia de la empresa (o sus dueños), voluntad que debe transformarse en actividades donde puede haber aprendizaje. No se aprende a innovar: se aprende a realizar las actividades que permiten innovar siempre y cuando la empresa decida innovar. Para la literatura de la gestión de empresas y la gestión de tecnología este aspecto es esencial ya que radica buena parte de estas decisiones en las manos de los gerentes. Pero no solamente de ellos.

En realidad, y es ahí donde aprendizaje y estrategia se encuentran, la formulación de la estrategia va a depender mucho de la historia previa y capacidades acumuladas, vínculos establecidos y habilidades adquiridas; va a depender de la manera en que a la hora de la decisión se van a interpretar las fuerzas y debilidades, las posibilidades del mercado, del producto, de la tecnología. La palabra importante aquí es "interpretar". En efecto, como los estudios de caso lo ilustran a la perfección la visión del mercado y del producto, la visión de los actores sobre las posibilidades y sobre el potencial de la tecnología es un aspecto esencial. A través estos ojos de la empresa se puede valorar, olvidar o desechar lo aprendido. Estos "ojos" incluyen a los valores de la empresa en torno a su tecnología, sus productos, sus mercados, sus posibilidades de expansión y estos valores "sirven como tamizadores de conocimientos y mecanismos de control". Se trata de una capacidad por cierto difícil de describir (pero no imposible, como lo demuestran los trabajos de semiótica aplicados a la gestión estratégica [23]). Pero no por difícil se debe dejar de lado porque no se puede exagerar la importancia de esta capacidad de interpretación del mundo: leyendo a la realidad se define el futuro.

El segundo aspecto, muy estrechamente relacionado con lo anterior que nos parece muy específico de la presentación de García Torres es la idea de la concentración de la organización, del conocimiento, del esfuerzo en una cuantas áreas muy definidas, estrechas, y ciertamente propias a la empresa. García Torres las llama "capacidades sustantivas" y en la literatura de habla inglesa se han venido llamar "core competencias" [24, 25]. Es seguramente una de las áreas donde tenemos pocos trabajos empíricos y muchos textos que ordenan a la empresa de enfocarse hacia sus capacidades sustantivas. La razón de esta proliferación de textos es que es difícil describir algo que es precisamente propio a cada organización, tan propio que ciertas organizaciones se definen por ello. García Torres tiene probablemente en mente a las muchas empresas en nuestro medio que se dejan llevar por una tendencia a la diversificación -notablemente fuerte en países con mercados pequeños- y tienden a aumentar el número de actividades más que a concentrarse en algunas, sin hablar de que muchas empresas ni saben muy bien definir cuales son estas capacidades sustantivas. Con mucha razón, García Torres insiste en que estas competencias propias de la empresa, estas capacidades sustantivas se definen no solamente en un producto o una áreas tecnológica sino a través de varias dimensiones como son la habilidades y conocimientos de los empleados de la empresa, los equipos y sistemas técnicos, los sistemas gerenciales, y los valores y normas que soportan el crecimiento de la empresa.

La dificultad en definir áreas de capacidad sustantiva propia no es solamente el resultado de dificultades gerenciales. Tiene que ver con un patrón general de conducta tecnológica, más amplio y que abarca varias de las dimensiones que menciona García Torres en su ponencia. Pensamos, en el caso específico de América Latina, que el patrón de conducta típico es "autárquico", es decir que las empresas tratan de realizar la gran mayoría de la tareas vinculadas a la producción, distribución, comercialización, marketing y demás, de una manera "solitaria", partiendo del supuesto que ellas lo harán mejor. En gran parte esto es producto de un contexto industrial pobre que en realidad no favorece la búsqueda de

información tecnológica, la solución a problemas técnicos, la realización de consultas específicas sobre asuntos de interés para la empresa, el “outsourcing” o cualquiera otra actividad que se están realizando en base a vinculaciones externas con proveedores y centros de apoyo técnico. Así, la poca actividad o poca presencia de organismos de apoyo al desarrollo industrial, incluyendo el apoyo financiero, en gran parte explica el temor que tienen las empresas de establecer vínculos estrechos con su entorno.

Pero ya entramos en materia de los que fue el contenido de otras mesas del Coloquio internacional “Aprendizaje tecnológico, innovación y política industrial : experiencias nacionales e internacionales”. Quisiéramos agradecer a María de la Luz Martín y Luz Marina Sánchez por el apoyo que nos dieron a la hora de editar los textos aquí presentes y a Renato Valdivieso quien nos ofreció, además de su paciencia, este excelente espacio editorial.

Referencias.

1. Lall, S., Las capacidades tecnológicas, en La búsqueda incierta. Ciencia, Tecnología y desarrollo, J.-J. Salomon, F. Sagasti, y C. Sachs (Eds.). 1996, Fondo de Cultura Económica: México DF. p. 301-342.
2. Katz, J., Technology generation in Latin American manufacturing enterprises: Theory and case studies concerning its nature, magnitude, and consequences. 1987, London: MacMillan.
3. Katz, J., Teoría económica y política tecnológica, en Conceptos generales de gestión tecnológica, M. Waissbluth, et al. (Eds.). 1990, CINDA: Santiago. p. 49-70.
4. Katz, J., Tecnología, economía e industrialización tardía, en La búsqueda incierta. Ciencia, Tecnología y desarrollo, J.-J. Salomon, F. Sagasti, y C. Sachs (Eds.). 1996, Fondo de Cultura Económica: México DF. p. 272-300.
5. Katz, J., Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente. 1976, México: Fondo de Cultura Económica.
6. Bell, M. y K. Pavitt, Technological accumulation and industrial growth: Contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 1995. 2(2): p. 157-210.
7. Bell, M., 'Learning' and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries, en *Technological Capability of the Third World*, M. Fransman y K. King (Eds.). 1984, Macmillan: London. p. 138-156.
8. Arvanitis, R., La relación incierta. Investigación aplicada y desarrollo en Venezuela. 1996, Caracas: Fondo editorial FINTEC.
9. Senge, P.M., La quinta disciplina. 1992, Barcelona (España): Ediciones Garnica.
10. Dosi, G., K. Pavitt, y L. Soete, *The Economics of Technical Change and International Trade*. 1990, London: Harvester Wheatsheaf.
11. Vessuri, H. y M.V. Canino, Sociocultural dimensions of technological learning. *Science, Technology and Society*, 1996. 1(2): p. 333-349.
12. Fortin, C. y R. Arvanitis. Looking for industry : Catalysis research in Mexico - An ongoing research project. en "Dynamics, Management, and strategies of research laboratories" Session of the 4S/EASST Meeting "Signatures of Knowledge". 1996. Bielefeld, Oct 10-13, 1996: Manuscript.
13. Vergragt, P.J., The social shaping of industrial innovations. *Social Studies of Science*, 1988. 18(3): p. 483-513.
14. Vergragt, P., P. Groenewegen, y K.F. Mulder, Industrial technological innovation: interrelationships between technological, economic and sociological analyses, en *Technological Change and Company Strategies: Economic and Sociological Perspectives*, R. Coombs, P. Saviotti, y V. Walsh (Eds.). 1992, Harcourt Brace Jovanovitch: London. p. 226-247.
15. Callon, M., The state and technical innovation : a case study of the electrical vehicle in France. *Research Policy*, 1980. 9: p. 358-376.
16. Callon, M., Réseaux techno-économiques et irréversibilités, en *Les figures de l'irréversibilité en économie*, R. Boyer, B. Chavance, y O. Godard (Eds.). 1991, Editions de l'École des Hautes Etudes en Sciences Sociales: Paris. p. 195-230.
17. Tushman, M. y P. Anderson, Technological discontinuities and organizational environments. *Administrative Science Quarterly*, 1986. 31: p. 439-465.

18. Anderson, P. y M.L. Tushman, Technological discontinuities and dominant designs : A cyclical model of technological change. *Administrative Science Quarterly*, 1990. 35: p. 604-633.
19. Villavicencio, D., R. Arvanitis, y L. Minsberg, Aprendizaje tecnológico en la industria química Mexicana. *Perfiles Latinamericanos (FLACSO)*, 1995. 4(7): p. 121-148.
20. Villavicencio, D. y R. Arvanitis. Aprendizaje tecnológico e innovación en la industria química mexicana : Un ejercicio de taxonomía. en *Aprendizaje tecnológico, innovación y política industrial: Experiencias nacionales e internacionales*. 1996. México, 25-27 de septiembre de 1996: Universidad Autónoma Metropolitana.
21. Pirela, A., ed. *Cultura empresarial en Venezuela: la industria química y petroquímica*. 1995, Fundación Polar: Caracas.
22. Villavicencio, D. y R. Arvanitis, Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico: reflexiones basadas en trabajos empíricos. *El Trimestre Económico*, 1994. 61(2): p. 257-279.
23. Sigismund Huff, A. (ed.), *Mapping Strategic Thought*. 1990, John Wiley and Sons: New York.
24. Prahalab, C.K. y G. Hamel, The core competence in the corporation. *Harvard Business Review*, 1990. (May-June): p. 79-91.
25. Hamel, G. y C.K. Prahalab, *Compitiendo por el futuro. Estrategia crucial para crear los mercados de mañana*. 1996, Madrid: Ariel Sociedad Económica.

* Investigador del ORSTOM y profesor invitado en la Maestría en "Economía y Gestión del Cambio Tecnológico" de la Universidad Metropolitana Xochimilco

** Secretario de transferencia de tecnología, Centro de Innovación Tecnológica CIT de la Universidad Autónoma de México