

## MODELOS DINAMICOS DE COMPETENCIA ESTRATEGICA Y CAMBIO TECNICO: UNA PANORAMICA

Carlos OCAÑA PEREZ DE TUDELA\*

*Universidad Carlos III*

*Este trabajo presenta las principales ideas y resultados acerca de los efectos del aprendizaje tecnológico —autónomo e inducido— sobre la competencia entre empresas.*

### 1. Introducción<sup>1</sup>

Las decisiones de las empresas relativas a la investigación y el desarrollo tecnológicos afectan a sus posibilidades de producción futuras y también, por tanto, a su capacidad competitiva futura. En la medida en que las empresas reconocen este nexo, su estrategia competitiva tiene que plantearse en un contexto dinámico en el que las decisiones actuales (investigación, acumulación de experiencia, etc.) condicionan las decisiones futuras (precios y cantidades, por ejemplo).

El objetivo de este trabajo es presentar la literatura que analiza la competencia dinámica entre empresas originada por la posibilidad que éstas tienen de alterar su tecnología.

La competencia dinámica originada por el lado de la demanda (publicidad, aprendizaje del consumidor, etc.) no será considerada en esta panorámica.

Gran parte de los modelos que estudian la competencia estratégica contemplan la tecnología de las empresas como un dato recogido en la función de producción. Aún cuando el progreso técnico puede tener cabida en estos modelos (véase Kamien y Schwartz, 1982; Dasgupta, 1986; o Reinganum, 1989; por ejemplo), este progreso se supone neutral con respecto a las decisiones competitivas de las empresas y su dinámica está marcada por fuerzas exógenas a las estrategias de las empresas.

Los trabajos que se revisan en este artículo se apartan de esta tradición y consideran, en cambio, una tecnología (y una función de producción) que pue-

\* Estoy muy agradecido a Vicente Salas y a dos evaluadores anónimos por sus comentarios a una versión anterior de este trabajo.

den modificarse en el tiempo y unas empresas que son conscientes de esta posibilidad.

Hay dos maneras en las que la empresa puede afectar su tecnología y a las que nos referiremos como aprendizaje autónomo<sup>1</sup> e inducido, respectivamente.

Con la práctica, los individuos y las organizaciones aumentan su eficacia. Como consecuencia, el coste de producción por unidad de muchos bienes y servicios disminuye a lo largo del tiempo. Este fenómeno se denomina, en la literatura económica, aprendizaje autónomo. El aprendizaje autónomo se deriva de la repetición de una misma actividad. En contraste, el aprendizaje inducido se produce cuando una empresa, deliberadamente, realiza inversiones en mejora tecnológica que, en muchos casos, maduran gradualmente. El resultado de ambas formas de aprendizaje es una reducción (secuencial o repentina) de los costes unitarios.

### 1.1. Aprendizaje Autónomo

Los modelos de aprendizaje autónomo están centrados en el nivel de actividad (producción) de la empresa y en sus consecuencias para la dinámica del mercado. Específicamente, si mayores niveles de actividad (producción) permiten reducir costes más rápidamente, entonces es posible usar estas «economías de aprendizaje» para obtener una ventaja competitiva materializada en un menor coste unitario. La cuestión, en definitiva, es en qué medida intentarán las empresas reducir sus costes futuros aumentando su producción actual y cómo afectará esta política a la dinámica del mercado (precios, producción, entrada de nuevos competidores, etc.).

Existe una abundante literatura en torno a las causas del aprendizaje autónomo. En el artículo de Muth (1986) se repasan sumariamente las teorías sobre el origen del aprendizaje autónomo, al tiempo que este autor desarrolla una teoría adicional. Un desarrollo exhaustivo de estos mismos temas puede encontrarse en el número monográfico de febrero de 1991 de la revista *Organization Science* dedicado al aprendizaje en las organizaciones. En este artículo se estudian las consecuencias, en vez de en las causas, del aprendizaje autónomo para el comportamiento estratégico de la empresa.

Pese a que el fenómeno de la reducción autónoma de costes está documentado desde hace más de cincuenta años (Wright, 1936), el interés académico por el uso estratégico del aprendizaje autónomo es relativamente reciente. Dos factores han contribuido decididamente a fomentar este interés. En primer lugar, la adopción de *facto* por las empresas de estrategias que consideran explícitamente la reducción autónoma de costes se extendió notablemente a partir de los años setenta; el influyente trabajo del Boston Consulting Group (BCG), por ejemplo, marca la incorporación del concepto de aprendizaje a la práctica de la Dirección Estratégica. En segundo lugar, la rápida penetración de los fabricantes japoneses en algunos mercados (automóviles, electrónica...)

<sup>1</sup> «Autonomous Learning» o «Learning-by-doing» en la literatura en inglés.

durante la década de los 70, aparentemente basada en una superioridad en costes, en altos volúmenes de producción y en relativamente escasas inversiones en investigación y desarrollo tecnológico (Mansfield, 1988), despertó un natural interés por el aprendizaje autónomo.

Finalmente, conviene señalar que desde Arrow (1962) se ha desarrollado una abundante literatura sobre la incorporación del progreso técnico en los bienes de capital y su difusión a través de éstos. Como quiera que la interacción estratégica no es importante en estos modelos, no serán tratados en este artículo.

### *1.2. Aprendizaje Inducido*

Los modelos sobre aprendizaje inducido estudian el volumen de inversión en Investigación y Desarrollo elegido por las empresas, relacionándolo con los niveles futuros de precios y producción del mercado y/o con alguna medida del bienestar social. Se trata de identificar qué factores favorecen y cuáles desincentivan la inversión en desarrollo tecnológico, tomando como referencia los niveles de inversión que minimizan el coste total.

Los modelos de aprendizaje inducido tienen cierta similitud formal con los modelos en los que las empresas eligen su capacidad o tamaño. En este caso la inversión que realizan las empresas se interpreta como una inversión en capacidad productiva (máquinas, edificios, etc.). En este contexto la pregunta que se pretende responder es cuál será la relación entre la capacidad elegida por la empresa y su nivel de producción efectivo.

Caben señalar, no obstante algunas diferencias. En primer lugar, la credibilidad del compromiso que proporciona la decisión sobre I+D es mayor que la que proporciona la decisión de capacidad. Esto es así por la mayor irreversibilidad de la primera decisión; en otros términos, el stock de conocimientos tecnológicos tiene menor valor de liquidación que el capital físico.

Segundo, la información («conocimientos») que origina la inversión en I+D tiene la potencialidad de convertirse en un bien público, aprovechable por las empresas rivales si se producen filtraciones, totales o parciales, del conocimiento tecnológico. La capacidad instalada de una empresa, por su parte, tiene todas las características de exclusividad en el uso propias de un bien privado.

En tercer y último lugar, la incertidumbre sobre los resultados es generalmente mayor en las inversiones en I+D que en las inversiones en capacidad.

### *1.3. Organización del artículo*

El resto del artículo está organizado del siguiente modo. En la sección 2 se define el concepto de curva de aprendizaje, se indican las principales regularidades empíricas observadas y se discuten algunas insuficiencias empíricas y

teóricas de este concepto. La sección 3 analiza los efectos del aprendizaje autónomo en un marco simplificado en el que no se producen «filtraciones» del aprendizaje entre las empresas. El efecto de las filtraciones se analiza en la sección 4. Las aplicaciones de estas ideas a la dirección estratégica se discuten en la 7. Las secciones 5 y 6 presentan los modelos de aprendizaje inducido con barreras a la entrada exógenas y endógenas, respectivamente. La sección 8 contiene algunos comentarios finales.

## 2. La curva de aprendizaje

La Curva (o función) de Aprendizaje es la relación entre la producción acumulada de un bien y el coste por unidad de ese bien. Dependiendo del contexto, el coste puede estar referido a la mano de obra, a los factores que generan valor añadido o a la totalidad de los factores. El término Curva de Experiencia se usa frecuentemente como sinónimo del anterior<sup>2</sup>.

Si llamamos  $q_t$  a la producción en el momento  $t$ ,  $c_t$  al coste unitario en  $t$  y

$$Y_t = \sum_{i=1, \dots, t-1} q_i$$

a la producción acumulada hasta el momento  $t$ , entonces la curva de aprendizaje es una función:

$$c_t = F(Y_t) \quad [1]$$

Cuando se produce aprendizaje autónomo, esto es, cuando la repetición de una actividad reduce el coste de realizarla, la curva de aprendizaje tiene pendiente negativa. La hipótesis de que existe aprendizaje autónomo para, al menos, algunos volúmenes de producción acumulada ha sido confirmada en un largo número de procesos industriales; Yelle (1979) presenta una revisión de esta evidencia empírica.

Una forma particular de la curva de aprendizaje que aparece con frecuencia en la literatura es la llamada función de progreso:

$$c_t = KY_t^{-a} \quad K, a > 0 \quad [2]$$

De acuerdo con esta formulación, el coste unitario decrece a una tasa decreciente según aumenta la producción acumulada.

Además de la existencia en si de aprendizaje autónomo en algunas industrias, se han observado otras regularidades empíricas. Tomando como punto de partida una curva de aprendizaje convexa y estrictamente decreciente (la función de progreso, por ejemplo) se han observado las siguientes excepciones a esta forma funcional particular:

<sup>2</sup> No obstante, Hall y Howell (1985) distinguen entre la curva de experiencia, referida al coste total, y la de aprendizaje, que reservan para explicar la evolución de los costes de la mano de obra.

### 2.1. Escaso aprendizaje inicial

A veces existe una concavidad inicial en la relación entre producción acumulada y coste unitario (Garg y Milliman, 1961).

### 2.2. Estancamiento en el aprendizaje

En algunos casos los costes eventualmente se estabilizan, esto es, después de alcanzar un cierto nivel de producción acumulada no se producen más mejoras (Conway y Schultz, 1959; Baloff, 1966, 1971).

### 2.3. Irregularidad en las mejoras

En ocasiones las mejoras se producen «repentinamente», después de períodos significativos sin cambios (Abernathy y Wayne, 1974; Bright, 1958).

El Gráfico 1 representa una curva de aprendizaje consistente con las dos primeras observaciones. Como consecuencia del estancamiento en el aprendizaje, aparece una asíntota que limita el mínimo coste unitario alcanzable.

La evidencia sobre el comportamiento a largo plazo de la curva de aprendizaje es muy escasa. Como consecuencia, no es posible —por ahora— identificar regularidades en la duración de los efectos de aprendizaje<sup>3</sup>.

En cualquier caso, el estudio del aprendizaje a largo plazo requeriría considerar la transferencia de conocimientos de unos productos a otros afectando, posiblemente, a las economías de gama.

Dos aspectos problemáticos del concepto de Curva de Aprendizaje son los siguientes. En primer lugar, la existencia de una relación causal entre producción acumulada y costes no está asegurada por la observación de una correlación negativa entre ambas variables. En particular, el aprendizaje inducido es difícil de distinguir del autónomo cuando las inversiones en investigación y desarrollo se producen usando recursos propios de la empresa (trabajo, por ejemplo) y no están dirigidas a un proyecto de innovación concreto (Círculos de Calidad, por ejemplo). Adler y Clark (1991) consideran ambas formas de aprendizaje simultáneamente, midiendo el efecto de cada una de ellas en dos procesos industriales concretos, y concluyen que sus pesos relativos varían sustancialmente entre procesos. La relevancia de la literatura sobre aprendizaje autónomo no puede establecerse sin que antes se acumule más evidencia sobre esta cuestión<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> En los trabajos del BCG, por ejemplo, se asume que la reducción de costes se prolonga indefinidamente. Sin embargo, Hall y Howell (1985) señalan, tras una revisión de la evidencia empírica, que ésta no es conclusiva en este sentido.

<sup>4</sup> Otras posibles causas de una correlación espúrea son los rendimientos crecientes a escala y el aprendizaje que ocurre por el paso del tiempo, sin relación al nivel de actividad. La introducción de estas variables no elimina, en general, el componente autónomo del aprendizaje (Hall y Howell, 1985).

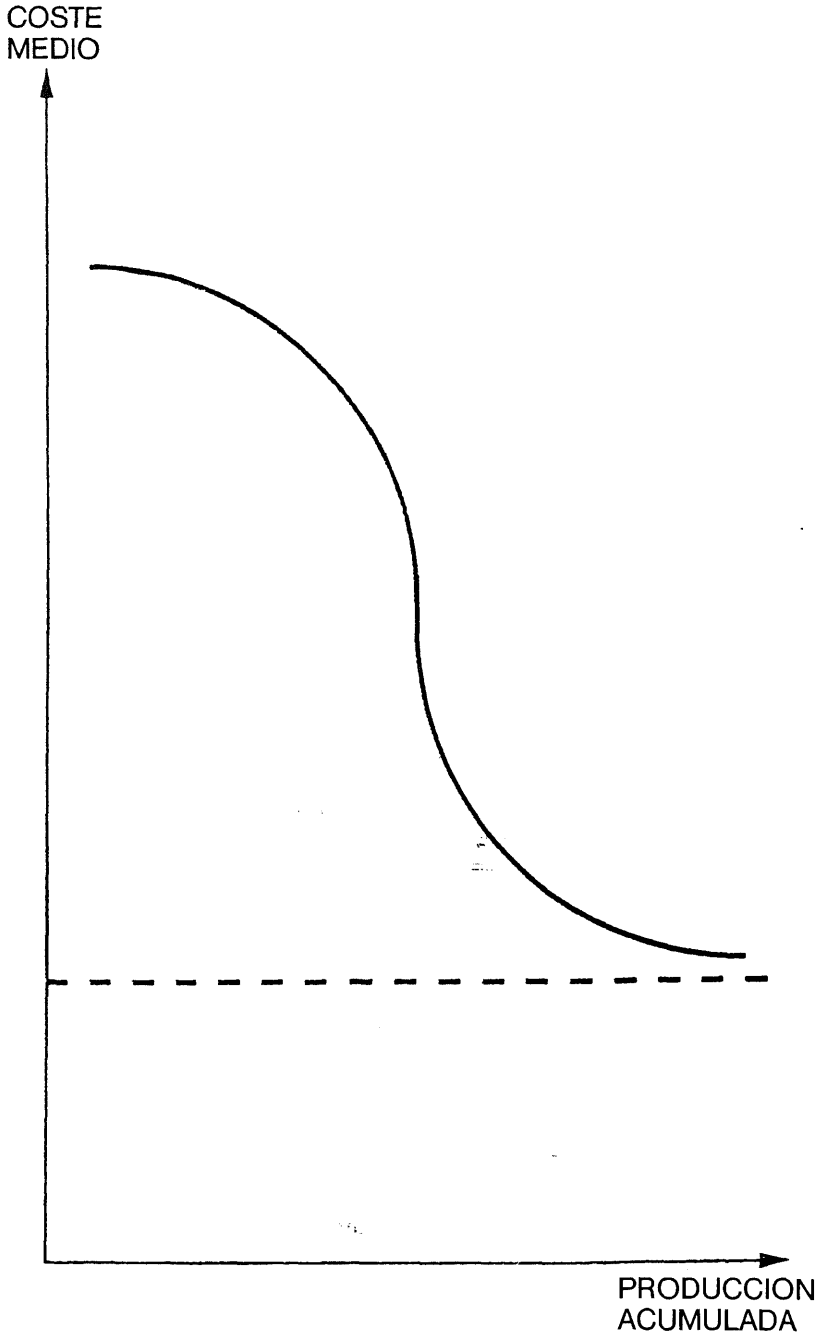


Gráfico 1  
La curva de aprendizaje

En segundo lugar, la producción acumulada es sólo una *proxy* de la experiencia acumulada. En este sentido tiene limitaciones. En particular, parece improbable que la tasa de aprendizaje dependa sólo de la producción acumulada. Otras variables podrían ser de importancia. En particular, es posible que la reducción de costes se vea favorecida por un nivel de producción constante a lo largo del tiempo. La razón es que, con un volumen de producción cambiante, la repetición de actividades es menos intensa<sup>5</sup>. Bajo esta hipótesis, las empresas tendrían un incentivo para mantener volúmenes de producción estables.

### 3. Aprendizaje autónomo y dinámica del mercado

Consideraremos en esta sección una industria en la que la tecnología exhibe aprendizaje autónomo reflejado en una curva de aprendizaje, decreciente y convexa, que relaciona la producción acumulado de cada empresa con el coste (total) medio. Para un nivel de experiencia dado el coste medio se supondrá constante.

Por tanto, la función de costes puede escribirse así:

$$C(q_t, Y_t) = c(Y_t)q_t \tag{3}$$

con  $c'( ) < 0$  y  $c''( ) > 0$ .

Para ordenar la discusión distinguiremos entre: 1) los efectos del aprendizaje autónomo cuando no hay filtraciones entre las empresas; 2) las consecuencias de la existencia de filtraciones entre las empresas; y 3) las aplicaciones de estas ideas fuera de los modelos de la Organización Industrial.

Empezando por el problema más simple, la primera cuestión a analizar es cómo cambiarán los precios y la producción de cada empresa a lo largo del tiempo suponiendo que: *a*) la estructura del mercado (número de empresas) está dada; y *b*) el aprendizaje se produce dentro de cada empresa, sin que se produzcan filtraciones entre ellas.

Consideremos primero un mercado competitivo en el que el precio es igual al coste marginal en cada momento del tiempo. Fudenberg y Tirole (1983) demuestran que, bajo algunos supuestos técnicos poco restrictivos, no existe equilibrio competitivo en industrias con efectos de aprendizaje. El resultado se mantiene si la tecnología estática (para una producción acumulada dada) exhibe rendimientos «moderadamente» decrecientes a escala. El principal interés de este resultado es que señala la similitud entre el aprendizaje autónomo y los rendimientos crecientes a escala: como resultado del aprendizaje, aumentos en la producción disminuyen el coste marginal futuro; a consecuencia de los rendimientos crecientes a escala, aumentos en la producción disminuyen el coste marginal actual. En ambos casos cabe esperar una estructura oligopolística del mercado.

<sup>5</sup> En el caso extremo, si la producción se abandonase por un período suficiente de tiempo, parece claro que el olvido anularía la experiencia acumulada.

Consideraremos ahora otras estructuras de mercado bajo el supuesto de que no existe interacción estratégica. El interés de este supuesto, probablemente poco realista, es que sirve como referencia para identificar los efectos propios de la competencia estratégica entre las empresas. Aunque Spence (1981) es el primero en formular el problema, Fudenberg y Tirole (1983) dan un tratamiento más general que se resume a continuación. El modelo más sencillo en este contexto considera a un monopolista que descuenta el futuro a una tasa estrictamente positiva. En este caso se demuestra que, paralelamente a la reducción de costes, la producción del monopolista aumenta y el precio disminuye a lo largo del tiempo. Además, tomando como referencia los volúmenes de producción que maximizan el excedente neto, Fudenberg y Tirole (1983) y Stokey (1986) demuestran que el monopolista aprende demasiado despacio: la ineficiencia estática usual del monopolio (insuficiente nivel de producción) genera una ineficiencia dinámica materializada en una reducción sub-óptima del coste a lo largo del tiempo.

La misma evolución intertemporal de precios y producción aparece en el caso de un oligopolio en el que las empresas compiten a la Cournot y tienen capacidad de compromiso (dando lugar a equilibrios imperfectos de ciclo abierto) de manera que sus estrategias, los volúmenes de producción,  $q_j(t)$ , dependen exclusivamente del tiempo.

Consideremos ahora el caso más realista en que las empresas pueden usar la experiencia como variable estratégica, adaptando en cada momento su producción a sus costes actuales y a los costes de sus rivales (dando lugar a equilibrios perfectos de ciclo cerrado). Supongamos, en primer lugar, que el volumen de producción es la variable de decisión estratégica de modo que las empresas eligen volúmenes de producción contingentes en la producción acumulada propia y de los rivales,  $q_j(Y_{11}, \dots, Y_m, t)$ . Tanto Spence (1981) como Fudenberg y Tirole (1983) analizan un modelo con sólo dos períodos; de este modo es posible obtener soluciones explícitas. Cualitativamente no hay diferencia entre analizar un modelo con dos períodos y otro con un horizonte arbitrario pero finito.

Tres conclusiones emergen en este contexto. En primer lugar, la producción es mayor en cada período cuando las empresas actúan estratégicamente que cuando actúan ignorando la interacción estratégica. En otras palabras, si las empresas reconocen la posibilidad de obtener una ventaja estratégica (menores costes) aumentando su producción, elegirán hacerlo para así reducir la producción (futura) de sus competidores. Por supuesto, si todas las empresas reconocen esta posibilidad, en un equilibrio simétrico ninguna obtiene una ventaja competitiva, pero al menos evitan que las demás la obtengan. El resultado es que el aprendizaje genera una mayor competencia (mayor producción y menor precio) en los mercados<sup>6</sup>. Como consecuencia directa emerge una

<sup>6</sup> La existencia de equilibrios perfectos en los que el *output* es decreciente a lo largo del tiempo demuestra que el *output* del primer período es elegido con el objetivo de reducir el coste en el segundo período.



segunda conclusión: desde el punto de vista del bienestar social, mayores tasas de aprendizaje son beneficiosas.

En tercer lugar, puesto que el aprendizaje genera una estructura industrial de competencia imperfecta, cabe preguntarse si la regulación del mercado puede aumentar el bienestar. Fudenberg y Tirole (1983) caracterizan la política fiscal óptima, dentro de las de presupuesto equilibrado, para su modelo con dos periodos. La política óptima requiere gravar la producción en el primer periodo y subsidiarla en el segundo. Este resultado puede parecer paradójico ya que, aparentemente, reduce los incentivos para expandir inicialmente la producción y aprender más deprisa. Sin embargo, como las empresas internalizan los beneficios de la reducción de costes, una política óptima sólo tiene que preocuparse por los precios. Como los incentivos a producir son menores en el segundo periodo, será en este cuando los márgenes sean más altos. Un subsidio en el segundo periodo tenderá a reducirlos.

Yagüe (1988) analiza un modelo similar en tiempo continuo que se resuelve, para valores seleccionados de los parámetros, con un procedimiento de simulación. Los resultados indican que la disminución en los beneficios de las empresas que resulta de la competencia estratégica dinámica es más acusada para los valores intermedios de la tasa de aprendizaje y la elasticidad-precio de la demanda. Valores altos de la tasa de aprendizaje resultan en periodos cortos en los que el aprendizaje es significativo; los valores bajos, por su parte restan importancia a la magnitud de la reducción de costes que es potencialmente alcanzable. Se demuestra también en este artículo que la eficiencia dinámica puede dominar a la estática de modo que, en industrias con aprendizaje, no es correcto presuponer una relación directa entre grado de concentración y pérdida de bienestar. Estas hipótesis, formuladas a partir de ejemplos numéricos, son contrastadas, sin rechazarse, con datos sobre el sector español de fertilizantes agrícolas.

La competencia en precios (con productos diferenciados) se analiza en Fudenberg y Tirole (1986). El valor estratégico del aprendizaje es distinto en este caso: cada empresa puede, reduciendo su precio, disminuir la cuota de mercado de sus rivales y, por tanto, aumentar los costes futuros de éstos<sup>7</sup>. La reducción de los costes propios no confiere una ventaja estratégica cuando las empresas compiten en precios. El efecto sobre la evolución en el tiempo de precios y producción es, en general, indeterminado.

Finalmente, la estructura del mercado se puede determinar endógenamente. Battacharya (1984), considera el juego entre un monopolista y un entrante potencial suponiendo que el monopolista soporta inicialmente unos costes más bajos como consecuencia de su mayor experiencia en el mercado. Por su parte, el entrante potencial puede realizar inversiones para reducir la diferencia en los costes antes de entrar en el mercado. En equilibrio, la diferencia en

<sup>7</sup> Con competencia en cantidades esta posibilidad no existe ya que la producción de los rivales se toma como dada.

costes retarda la entrada del nuevo competidor<sup>8</sup>. Por tanto, el aprendizaje actúa como una barrera estratégica a la entrada que da una ventaja a la empresa que primero entra en el mercado. En el citado modelo de Battacharya la diferencia inicial en los costes está dada. Sería interesante analizar el caso más general en el que la diferencia en costes se determina también endógenamente.

Lieberman (1989) contrasta la hipótesis de que el aprendizaje autónomo actúa como barrera estratégica a la entrada en la industria química. Su análisis indica que la experiencia acumulada no desincentiva la entrada, pero disminuye la probabilidad de que el entrante sobreviva. Lieberman (1989) interpreta este resultado como una indicación de importantes filtraciones del conocimiento de esta industria.

Spence (1981) analiza, por medio de ejemplos numéricos, los efectos del aprendizaje sobre la libre y simultánea entrada de empresas en el mercado. Esta evidencia circunstancial también sugiere que el aprendizaje crea barreras naturales, a la entrada, particularmente para valores intermedios de la tasa de aprendizaje.

Finalmente, Salas y Yagüe (1987) consideran el problema de la identificación de prácticas predatorias, destinadas a reducir el número de competidores, en industrias con efectos de experiencia. El hecho de que las barreras a la entrada en tales industrias puedan ser naturales, en vez de estratégicas, y el que la política de precios requiera que éstos se fijen atendiendo a los costes futuros además de los actuales, hace necesaria la estimación de un modelo dinámico para determinar la existencia o no de un comportamiento predatorio. La consecuencia es que los criterios estáticos, como la observación de un precio inferior al coste marginal corriente, no son conclusivos para determinar la existencia de un comportamiento depredador.

#### 4. Efecto de las filtraciones<sup>9</sup>

Existe cierta evidencia empírica que indica que el aprendizaje se filtra (parcialmente) de unas empresas a otras (Zimmerman, 1982; Lieberman, 1984). Las filtraciones tienen dos efectos opuestos. Por una parte, al convertir las reducciones de costes (al menos parcialmente) en un bien público, disminuyen el incentivo de las empresas a expandir su producción; este efecto, en definitiva, disminuye la intensidad de la competencia entre las empresas. Por otra parte, las filtraciones tienen el efecto de acelerar el proceso de reducción de costes para cualquier secuencia dada de volúmenes de producción; este efecto aumenta la competencia entre las empresas. La cuestión, en definitiva, es cuál de estos dos efectos es el dominante.

<sup>8</sup> De hecho, el retardo en la entrada es mayor cuanto mayor es la diferencia inicial en los costes.

<sup>9</sup> «Spillovers» en la literatura en inglés. Otra traducción del término que aparece en la literatura es «efectos de arrastre».

Suponiendo un horizonte de producción finito (dos periodos) y la ausencia de interacción estratégica Ghemawat y Spence (1985) y Spence (1981) consideran los efectos de la filtración del aprendizaje. Bajo estos supuestos, la filtración del aprendizaje en general es beneficiosa, esto es, acelera el proceso de reducción de costes y precios. No obstante, estos resultados no son robustos. En un modelo similar, Fudenberg y Tirole (1983, 1986) consideran el caso con interacción estratégica y encuentran que el efecto de «pequeñas» filtraciones es reducir la producción de cada empresa en el primer período. Este resultado sugiere que el efecto neto de la difusión podría ser una reducción de la competencia en la industria. En la medida en que la difusión del conocimiento puede influenciarse por medio de regulación (legislación sobre patentes, por ejemplo), sería recomendable —en estos casos— fomentar la no difusión. No obstante, la falta de generalidad del resultado (que estrictamente sólo aplica a filtraciones infinitesimales a partir de una situación sin filtraciones) hace difícil emitir recomendaciones generales sobre la forma óptima de regulación.

Stokey (1986), en un modelo general con un horizonte infinito, analiza el caso extremo en que la totalidad de la reducción de costes se filtra a la competencia de modo que el aprendizaje se produce al nivel de la industria. La filtración (completa) del aprendizaje resulta en volúmenes de producción demasiado pequeños aun en mercados perfectamente competitivos. De hecho el problema se agrava cuanto mayor es el número de empresas. En consecuencia, con aprendizaje al nivel de la industria, el bienestar social podría no aumentar con aumentos en el número de empresas. En este tipo de industria, las políticas que tienden a reducir la entrada de empresas (la legislación sobre patentes vuelve a servir de ejemplo), pueden estar justificadas también desde el punto de vista de su efecto en la estructura del mercado y no sólo como medidas de incentivación de las inversiones en investigación y desarrollo.

## 5. Aprendizaje inducido

Una tecnología admite aprendizaje inducido si el coste de producción puede reducirse invirtiendo recursos en Investigación y Desarrollo. Llamando  $x_t$  al gasto en I+D en el período  $t$ , suponiendo rendimientos constantes a escala y llamando  $c(t)$  al coste medio en  $t$ , el nivel de aprendizaje puede escribirse como:

$$c(t-1) - c(t) = f(x)$$

donde  $f$  es alguna función del gasto.

Existe aprendizaje inducido si la función  $f$  es creciente. En ocasiones la eficacia del gasto es mayor si se produce gradualmente en vez de concentrarse en algún momento del tiempo. En este caso la función  $f(x)$  es cóncava en  $x$ . Del mismo modo, cuando la eficacia de la inversión aumenta (no varía) con la concentración temporal,  $f(x)$  es convexa (lineal). La naturaleza de las actividades de I+D sugiere la concavidad de la función  $f(x)$ , de modo que las empre-

sas tendrían un incentivo a distribuir su gasto en I+D a lo largo del tiempo.

Para organizar la revisión de la literatura distinguiremos entre modelos en los que las barreras a la entrada son exógenas (número de empresas dado) y aquellos en que son endógenas.

Consideremos primero un mercado en el que  $\eta$  empresas ofrecen un bien homogéneo. La situación que queremos analizar es la siguiente: en cada período  $t$ , cada empresa toma dos decisiones; por una parte, se decide cuanto invertir en I+D y, por otra, se elige un precio o una cantidad. La inversión en I+D se acumula de un período a otro y al principio de cada período las empresas observan la inversión acumulada por las demás empresas. La inversión en I+D tiene un componente estratégico ya que, al ser observada por los competidores en el siguiente período, puede afectar sus decisiones de producción o de fijación de precios en el futuro.

Un juego con estas características, suponiendo competencia en cantidades, se analiza en Flaherty (1980)<sup>10</sup>. No obstante, el concepto de solución empleado, el equilibrio de Nash de ciclo abierto, proscribe la existencia de interacciones estratégicas dinámicas. El principal resultado de este trabajo es que, bajo supuestos razonables, no existen equilibrios estables simétricos, sugiriendo una explicación para la coexistencia de empresas de distinto tamaño en una misma industria. La imperfección (en los subjuegos) del equilibrio considerado hace que esta sugerencia no quede demostrada.

El valor estratégico de las inversiones en I+D se analiza en Brander y Spencer (1983) para el caso de competencia en cantidades. Se supone un horizonte finito que, sin subsiguiente pérdida de generalidad, permite considerar un juego en dos etapas; en la primera etapa se elige un volumen de inversión y en la segunda un nivel de producción. En equilibrio, el efecto de una mejora tecnológica, a través de la reducción de costes, por una empresa es disminuir la producción (futura) de las empresas competidoras. Por tanto, desde el punto de vista de la empresa, la inversión en reducción de costes proporciona una ventaja estratégica. En los equilibrios simétricos esto se traduce en un exceso de inversión: dado el nivel de producción planeado, las empresas invierten más de lo necesario para minimizar el coste total. La inversión tiene el valor estratégico de señalar a los competidores un compromiso a producir que se hace creíble reduciendo el coste (marginal) de esa producción. El carácter irreversible de la inversión en reducción de costes hace que la señal sea creíble para los competidores. Este resultado contradice la conclusión general de los modelos no estratégicos que sugiere la adopción de un nivel insuficiente de inversión debido a que, parte de los beneficios de la inversión revierten a los consumidores, en vez de a las empresas, en la forma de menores precios.

Cuando hay competencia en precios el efecto estratégico es el contrario, al menos cuando hay simetría entre las empresas y los productos están diferen-

<sup>10</sup> Arrow (1962) ya aborda un problema similar en un contexto no estratégico, considerando alternativamente los casos de monopolio y competencia perfecta.

ciados; véase Okuno-Fujiwara y Suzumura (1988). La reducción de costes tiene el efecto, cuando se compite en precios, de disminuir el precio elegido por los competidores; este efecto aumenta la competencia. En consecuencia, dado el nivel de producción de equilibrio, las empresas invierten demasiado poco en reducción de costes en comparación con el nivel que minimiza el coste total.

Como los niveles de producción son distintos según la competencia sea en precios o cantidades, los resultados anteriores no permiten concluir bajo qué forma de competencia se invierte más. Sin embargo esta cuestión es central para comparar, desde el punto de vista del bienestar, las distintas formas de competencia oligopolista.

Bester y Petrakis (1991) analizan este problema en un modelo bi-etápico de un duopolio con diferenciación de producto y en el que se admite la posibilidad de asimetrías en la tecnología de las empresas. Delbono y Denicolo (1990) realizan un análisis semejante en un modelo algo distinto al que hemos venido considerando y mejor adaptado a las peculiaridades de la inversión en innovación. Concretamente, se supone que la inversión en I+D tiene un resultado aleatorio y que, como máximo, una sola empresa tendrá éxito en innovar y reducir sus costes. Se enfatiza así el carácter irreversible de la inversión en innovación y la mayor dificultad para imitarla. Esta última propiedad distingue la inversión en I+D de la inversión en capacidad. Los resultados son similares en ambos trabajos.

Pese al incentivo estratégico a invertir poco cuando se compite en precios, ambos trabajos señalan la existencia de otros efectos. Primero, para un nivel de desarrollo tecnológico dado, el nivel de producción es mayor si se compite en precios de manera que una disminución del coste medio es más rentable en este caso. Segundo, cuando los productos son fácilmente sustituibles, el efecto de la reducción en costes es mayor cuando las empresas eligen precios. Si, por ejemplo, el bien es homogéneo y la función de costes es lineal, entonces la empresa con menor coste variable se apropia de la totalidad del mercado. Estos dos efectos pueden, en ocasiones, dominar al efecto estratégico. En consecuencia, no es posible determinar con generalidad bajo qué forma de competencia se invierte más, o si la inversión supera o no alcanza el óptimo social.

Esta conclusión, de carácter negativo, matiza el bien conocido resultado de que la competencia en precios es más agresiva que la competencia en cantidades y, por tanto, preferible desde el punto de vista del bienestar, Vives (1985). Los resultados de Delbono y Denicolo (1990) y Bester y Petrakis (1991) indican que hay una dimensión dinámica en la eficiencia que puede dominar a la dimensión estática.

Vives (1989) introduce incertidumbre sobre la demanda y/o el precio de los factores en el modelo básico. Cuando hay incertidumbre, la reducción de costes puede tener, además de su valor estratégico, un efecto sobre la flexibilidad tecnológica de la empresa. En lo que respecta al valor estratégico de la inversión en reducción de costes, Vives (1989) encuentra que éste aumenta al

aumentar la incertidumbre (variabilidad) del entorno. Como consecuencia, la inversión en reducción de costes aumentará al aumentar la incertidumbre.

Spence (1984) estudia un juego dinámico de reducción de costes suponiendo que la función  $C(X)$  es lineal, esto es, suponiendo que la mayor o menor concentración temporal de la inversión no afecta a su eficacia. Como consecuencia, toda la inversión se produce al inicio del juego pese a que el horizonte de las empresas es infinito. El concepto de solución es, en este caso, el adecuado (equilibrio de Nash perfecto en los subjuegos). El objetivo de Spence (1984) es determinar el efecto de las filtraciones sobre el volumen de I+D y la política de impuestos y subsidios óptima suponiendo (implícitamente) competencia en cantidades. Las filtraciones reducen el incentivo de las empresas para invertir y también reducen el coste, para el total de la industria, de obtener un determinado nivel de reducción de costes. El primer efecto puede evitarse subsidiando las inversiones en I+D de modo que, concluye Spence, las filtraciones son beneficiosas.

Finalmente, Worthington (1990) compara, en una versión del modelo con un horizonte infinito, los equilibrios a largo plazo que resultan de distintos conceptos de solución (equilibrio competitivo, colusivo, Cournot en ciclo abierto y Cournot en ciclo cerrado). La comparación es a través de ejemplos numéricos. El principal interés del análisis es que se demuestra la coincidencia entre las estrategias de equilibrio de ciclo cerrado y las estrategias del equilibrio de variaciones conjeturales en una versión estática del mismo modelo.

## 6. Aprendizaje inducido y barreras endógenas a la entrada

Consideraremos, finalmente, una versión del juego de la sección anterior en la que los niveles de inversión en reducción de costes se escogen secuencialmente, en vez de simultáneamente. Supongamos que hay exactamente dos empresas y dos períodos. La primera empresa es un monopolista durante el primer período en el que elige cuánto producir y un volumen de inversión  $X_1$ . La segunda empresa observa  $X_1$  y elige, en el segundo período, un volumen de inversión  $X_2$ . Finalmente, las dos empresas compiten en precios o cantidades. En particular, la segunda empresa puede elegir no entrar en el mercado; este caso podemos representarlo como  $X_2 = 0$ , suponiendo que para producir es necesaria una inversión estrictamente positiva.

En este juego, la decisión de invertir de la segunda empresa se verá afectada por la decisión de la primera empresa. En este marco Dixit (1980) se pregunta en qué situaciones el monopolista usará la inversión para crear una barrera endógena a la entrada. Un análisis general y una tipología de comportamientos estratégicos se presentan en Fudenberg y Tirole (1984, 1986); Gilbert (1989) sitúa este análisis dentro del estudio de las barreras a la movilidad en general.

La conclusión fundamental de estos modelos es que los incentivos a invertir del monopolista son similares a los identificados, para cada oligopolista, en el juego en el que la inversión se elige simultáneamente. Cuando la competencia

se produce en cantidades, un mayor nivel de inversión hace menos agresivos a los rivales, en el sentido de que su producción de equilibrio disminuye. En consecuencia, el monopolista tiene un incentivo a invertir en reducción de costes por encima del nivel que minimiza los costes totales. Dependiendo de cada caso concreto, este exceso de inversión puede resultar en que la segunda empresa prefiera no entrar en el mercado, o en que lo haga con una cuota de mercado inferior a la que le correspondería en un equilibrio simétrico. En el primer caso la inversión en reducción de costes actúa como una barrera endógena a la entrada.

Cuando la competencia se produce en precios, una mayor inversión en reducción de costes por el monopolista lleva a la segunda empresa a reducir su precio en equilibrio. La producción, como consecuencia, aumenta. En definitiva, la inversión en reducción de costes aumenta la agresividad del rival. En equilibrio, el monopolista elegirá un volumen de inversión por debajo del que minimiza el coste total para reducir la agresividad del rival.

## **7. Aplicaciones a la dirección estratégica**

Los modelos de la organización industrial presentados hasta aquí tienen implicaciones importantes para la gestión de las empresas. Por su parte, los estudios realizados desde la perspectiva de la gestión de empresas, planteamientos desde la Dirección Estratégica y el Marketing fundamentalmente, realizan recomendaciones sobre el diseño de la estrategia competitiva en un entorno de cambio tecnológico. El propósito de este apartado es examinar la consistencia de las recomendaciones de los estudios de la Dirección Estratégica con los resultados obtenidos a partir de los modelos de la organización industrial.

### *7.1. Aprendizaje autónomo*

Es en el campo de la Dirección Estratégica en el que la idea de que el aprendizaje tiene un valor estratégico ha recibido mayor atención (Ghemawat (1986), Hall y Howell (1985), Porter (1980), Abernathy y Waine (1974), Boston Consulting Group (1972) entre otros; no se pretende, en este artículo, presentar una panorámica de esta extensa literatura). El énfasis de estos trabajos es en los aspectos normativos relativos a la maximización del beneficio, dejando aparte el análisis del bienestar que prima en la organización industrial. A través de aproximaciones empíricas, casos y formulaciones intuitivas, estos trabajos intentan mantenerse cercanos a la praxis empresarial, interesándose por las consecuencias del aprendizaje, por cómo promoverlo y por su interrelación con el diseño organizativo; todos estos aspectos reciben menor atención en la Organización Industrial. Una diferencia más es que las extensiones más analíticas, desarrolladas sobre todo por especialistas en marketing preocupados por el cálculo de la política óptima de precios, ignoran las interacciones estratégicas y se centran en el estudio de monopolios (véase Dada y Srikanth (1990) y las referencias allí contenidas). Salvando estas diferencias de enfoque,

los modelos de la Organización Industrial facilitan un sustento teórico a las recomendaciones que surgen en el campo de la Dirección Estratégica.

Las principales ideas en el campo de la Dirección Estratégica se pueden resumir, de acuerdo con Ghemawat (1986), cómo sigue. Primero, desde el punto de vista de la empresa, aprovechar los efectos del aprendizaje significa crecer deprisa y obtener cuotas de mercado elevadas; esto requiere sacrificar beneficios presentes a cambio de mayores beneficios futuros. Segundo, una expansión de la producción ha de ir acompañada de una reducción en los precios respecto a lo que sería óptimo en ausencia de aprendizaje. En respuesta al problema de desarrollar una política óptima de precios a lo largo del tiempo, anticipando las futuras reducciones de costes, se han desarrollado algunos modelos que permiten calcular numéricamente, en ausencia de interacciones estratégicas entre las empresas, la política óptima de precios (véase Dada y Srikanth (1990) y Wernerfelt (1985), por ejemplo).

Estas dos recomendaciones son plenamente consistentes con los resultados de los modelos de competencia dinámica en cantidades discutidos en el apartado 3. Se reconoce en éstas, implícitamente, que es el coste marginal dinámico, en vez del corriente, el que es relevante en las decisiones de producción y precios.

Tercero, ciertas formas de organización y determinadas opciones tecnológicas favorecen los efectos de aprendizaje y, por tanto, deberían ser elegidas por aquellas empresas que adopten estrategias de aprendizaje. Aumentos en la especialización de la mano de obra o la automatización de las operaciones, por ejemplo, facilitan el aprendizaje.

Cuarto, las filtraciones disipan la ventaja estratégica que confiere el aprendizaje a la empresa. Por tanto, las medidas que dificulten la imitación por los rivales favorecen la consecución de ventajas estratégicas en los costes (empleo de maquinaria propia en vez de adquirida, por ejemplo). Esta es, también, la predicción de los modelos teóricos que señalan que las filtraciones reducirán la producción, frenando el aprendizaje.

Quinto, la existencia de economías de experiencia confiere una ventaja competitiva sostenible, en la forma de menores costes, a los pioneros en la industria, Porter (1985) y Lieberman y Montgomery (1988). Los modelos examinados indican que las economías de experiencia efectivamente constituyen una barrera natural a la entrada y pueden retardar la entrada de competidores. Además, un menor coste de producción resulta en una mayor cuota de mercado en los modelos de oligopolio.

La literatura emanada desde la perspectiva de la Dirección Estratégica también indica qué factores influyen en la eficacia de una estrategia de aprendizaje. En primer lugar, es en las primeras etapas en la vida de una empresa (o sector) cuando más significativas son las reducciones en costes. Se reconoce de este modo la forma general asumida para las curvas de aprendizaje. Además, una estrategia de aprendizaje prosperará más fácilmente cuanto más elástica sea la demanda del bien producido (de manera que la reducción de



precios sea efectiva en aumentar las ventas). Finalmente, las posibles ventajas de la reducción de costes han de compararse con los costes que supone la pérdida de flexibilidad. Por ejemplo, como quiera que una estrategia de aprendizaje sólo se rentabiliza en el largo plazo, es necesario que el producto y la tecnología en cuestión no sean sustituidos demasiado pronto. Por supuesto el momento en que se produzca la sustitución no está controlado por la empresa. Del mismo modo, la especialización de la mano de obra supone una pérdida de flexibilidad.

Las consecuencias del aprendizaje para el diseño de contratos de trabajo se consideran en Dearden y Lilien (1988). Estos autores analizan el problema del diseño de contratos de agencia óptimos, para retribuir al personal de ventas, en la presencia de efectos de aprendizaje. La idea central en este trabajo es que, para promover el aprendizaje, es necesario estimular las ventas en los primeros períodos de producción. Si las ventas dependen del esfuerzo (inobservable) de los vendedores, entonces puede ser necesario incentivar las ventas a través de la retribución. Esta hipótesis se examina en el contexto de un modelo dinámico, con dos períodos y con formas funcionales específicas. El resultado es que es óptimo aumentar la comisión por ventas y disminuir la parte fija del salario en el primer período, con respecto a lo que sería óptimo en un modelo sin aprendizaje. De este modo se estimulan las ventas durante el primer período y se favorecen costes más bajos durante el segundo.

En definitiva, las propuestas contenidas en la literatura de gestión son consistentes, en líneas generales, con los modelos presentados en las secciones anteriores. Particularmente, los modelos indican que desde el punto de vista de cada empresa, la adopción de una estrategia dinámica de aprendizaje es óptima.

## *7.2. Aprendizaje inducido*

El análisis en profundidad del efecto dinámico de las mejoras tecnológicas sobre la competencia ha recibido escasa consideración en la literatura<sup>11</sup> de la Dirección Estratégica. Mas frecuentemente, el análisis de estas innovaciones desde la perspectiva empresarial se ha incluido en el área de la Dirección de Operaciones, enfatizándose los aspectos de organización interna e ignorándose las interacciones estratégicas.

Excepciones a esta tendencia son los trabajos de Schoeder (1990) y Baba (1989). El primer autor, analizando sobre un período de 25 años la evolución de una tecnología concreta, formula la hipótesis de que el impacto competitivo cambia según el grupo estratégico considerado (dando ejemplos de estos cambios para el caso analizado). Baba (1989) argumenta que la innovación secuencial, adoptada como estrategia, permite a la industria retrasar indefinidamente la fase de madurez en el ciclo de vida del producto. El carácter esporádico de estos trabajos impide su comparación con los modelos teóricos.

<sup>11</sup> Butter (1988), por ejemplo, reconoce la inexistencia de este análisis.

## 8. Conclusiones

La contribución fundamental de la literatura revisada en este trabajo es la enumeración de los efectos, estáticos y dinámicos, a que da lugar la competencia tecnológica. El conocimiento de estos efectos proporciona un marco de análisis en el que es posible racionalizar y comprender los aspectos dinámicos de la competencia estratégica.

Desde el punto de vista de la conducta de las empresas, los modelos presentados justifican el uso de estrategias de aprendizaje como un comportamiento coherente con la maximización de los beneficios (individuales) e identifican algunos factores (filtraciones, posible entrada de nuevos competidores, etc.) que inciden sobre estas estrategias.

Desde el punto de vista de la industria en su conjunto, estos trabajos identifican eficiencias e ineficiencias (en la reducción de costes) de carácter dinámico. Resulta así que, en industrias con aprendizaje, cabe esperar la existencia de ineficiencias estructurales (en el número de empresas) y tecnológicas, en los costes totales incurridos por cada empresa.

Frente a la intuición más común entre los economistas, desarrollada en un contexto estático, la identificación de una eficiencia dinámica anula la asimilación de concentración y pérdida de bienestar social. El carácter de bien público que tiene el conocimiento dentro de la empresa provee un argumento a favor de su tamaño; y la reducción del incentivo a aprender cuando se producen filtraciones supone una desventaja asociada al incremento en el número de empresas.

En la misma línea, la competencia en precios, que es socialmente preferible en un marco estático, puede resultar en menor intensidad en el aprendizaje que cuando se compete en cantidades.

Junto a estos resultados, la literatura estudiada también presenta algunas limitaciones importantes. En primer lugar la distinción entre aprendizaje inducido y autónomo e, incluso, la presunción de que este último existe, aun siendo una simplificación útil para el análisis, no deja de ser arbitraria. Es posible que las curvas de aprendizaje se determinen, endógenamente, a partir de decisiones de las empresas de modo que la distinción entre aprendizaje autónomo e inducido resulte innecesaria. Es ésta una cuestión que, hasta ahora, ha recibido escasa atención en la literatura.

En segundo lugar, el cruce de efectos estáticos y dinámicos, de formas de competencia (en precios o cantidades), y de mayor o menor filtración del conocimiento, hace que la determinación de los efectos netos del aprendizaje sobre el comportamiento de las empresas sea una cuestión fundamentalmente empírica. Parece, no obstante, que el avance en la determinación de los efectos del aprendizaje por la vía empírica está seriamente limitado por las dificultades de cuantificación de algunas de las variables relevantes.

## Referencias

- Abernathy, W. J. y Wayne, K. (1974): «Limits of the Learning Curve», *Harvard Business Review* 52, 5, pp. 109-119.
- Adler, P. y Clark, K. (1991): «Behind the Learning Curve: A Sketch of the Learning Process», *Management Science* 37, pp. 267-281.
- Arrow, Kenneth J. (1962): «The Economic Implications of Learning by Doing», *Review of Economic Studies* 29, pp. 115-173.
- Arrow, K. (1962): «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention», *The Rate and Direction of Inventive Activity* Princeton University Press, pp. 609-625.
- Baba, Y. (1989): «The Dynamics of Continuous Innovation in Scale Intensive Industries», *Strategic Management Journal* 10, pp. 89-100.
- Baloff, N. (1966): «Star-ups in Machine Intensive Production Systems», *Journal of Industrial Engineering* 17, pp. 25-32.
- Baloff, N. (1971): «Extension of the Learning Curve». *Oper. Res. Quart.* 22, pp. 329-340.
- Bester, H. y Petrakis, E. (1991): *The Incentives for Cost Reduction in a Differentiated Industry*, Tilburg University Discussion Paper no. 9136.
- Bhattacharya, G. (1984): «Learning and the Behavior of Potential Entrants», *Rand Journal of Economics* 15, pp. 281-289.
- Boston Consulting Group (1972): *Perspectives on Experience*, Boston.
- Brander, J. y Spencer, B. (1983): «Strategic Commitment with R&D: the Symmetric Case», *Bell Journal of Economics* 14, pp. 225-235.
- Bright, J. (1958): *Automation and Management*, Harvard Business School.
- Butler, J. (1988): «Theories of Technical Innovation as Useful Tools for Corporate Strategy», *Strategic Management Journal* 9, pp. 15-30.
- Conway, R. y Schultz, A. (1959): «The Manufacturing Progress Function», *Journal of Industrial Engineering* 10, pp. 39-53.
- Dada, M. y Srikanth, K. (1990): «Monopolistic Pricing and the Learning Curve», *Operations Research* 38, pp. 656-666.
- Dasgupta, P. (1986): «Technological Competition», *Economic Organizations as Games*, editado por K. Binmore y P. Dasgupta. Blackwell.
- Dearden, J. y Lilien, G. (1988): *Optimal Salesforce Compensation in the Presence of Production Learning Effects*, College of Business, Pennsylvania State University, Reprint 9.
- Delbono, F. y Denicolo, V. (1990): «R&D In a Symmetric and Homogeneous Oligopoly», *International Journal of Industrial Organization* 8, pp. 297-313.
- Dixit, A. (1980): «The Role of Investment in Entry Deterrence», *The Economic Journal* 90, pp. 95-106.
- Flaherty, T. (1980): «Industry Structure and Cost-Reducing Investment», *Econometrica*, vol. 48, 5, pp. 1187-1209.
- Fundenberg, D. y Tirole, J. (1983): «Learning-by-Doing and Market Performance», *Bell Journal of Economics*, vol. 14, pp. 522-530.
- Fundenberg, D. y Tirole, J. (1986): *Dynamic Models of Oligopoly*, Harwood Academic Publishers, London.
- Garg, A. y Milliman, P. (1961): «The Aircraft Progress Curve Modified for Design Changes», *J. Industrial Engineering* 12, pp. 23-27.
- Ghemawat, P. y Spence, M. (1985): «Learning Curve Spillovers and Market Performance», *Quarterly Journal of Economics* 100 (supplement), pp. 839-852.
- Ghemawat, P. (1986): «Elaboración de Estrategias a partir de la Curva de Aprendizaje», *Harvard-Deusto Business Review*, pp. 3-12.
- Gilbert, R. (1989): «Mobility Barriers and the Value of Incumbency», *Handbook of Industrial Organization*, capítulo 8, Elsevier.
- Hall, G. y Howell, S. (1985): «The Experience Curve from the Economist's Perspective», *Strategic Management Journal* 6, 3, pp. 197-212.

- Kalish, S. (1983): «Monopolist Pricing with Dynamic Demand and Production Costs», *Marketing Science* 2, pp. 135-159.
- Kamien, M. y Scharwitz, N. (1982): *Market Structure and Competition*, Cambridge Univ. Press.
- Lieberman, M. (1984): «The Learning Curve and Pricing in the Chemical Processing Industries», *Rand Journal of Economics* 15, pp. 213-228.
- Lieberman, M. (1989): «The Learning Curve, Technology Barriers for Entry, and Competitive Survival in the Chemical Processing Industries», *Strategic Management Journal* 10, pp. 431-447.
- Lieberman, M. y Montgomery, D. (1988): «First-Mover Advantages», *Strategic Management Journal* 9, Special Issue (Summer), pp. 41-58.
- Mansfield, E. (1988): «Industrial R&D in Japan and the U.S.», *American Economic Review*, pp. 223-228.
- Muth, J. (1986): «Search Theory and the Manufacturing Progress Function», *Management Science* 32, 8, pp. 948-962.
- Okuno-Fujiwara, M. y Suzumura, K. (1988): *Strategic Cost-reduction Investment and Economic Welfare*, Oxford Univ., Mimeo.
- Porter, M. (1980): *Competitive Strategy*, Free Press, New York.
- Porter, M. (1985): *Competitive Advantage*, Free Press, New York.
- Reinganum, J. (1989): «The Timing of Innovations», *Handbook of Industrial Organization*, capítulo 14, Elsevier.
- Schroeder, D. M. (1990): «A Dynamic Perspective on the Impact of Process Innovation upon Competitive Strategies», *Strategic Management Journal*, 11, pp. 25-41.
- Salas, V. y Yagüe, M. J. (1987): «Competencia Normal y Predación en Industrias con Economías de Experiencia», *Información Comercial Española*, octubre, 1987, pp. 113-122.
- Spence, M. (1983): «The Learning Curve and Competition», *Bell Journal of Economics*, pp. 522-530.
- Spence, M. (1984): «Cost Reduction, Competition and Industry Performance», *Econometrica* 52 (1984), pp. 101-122.
- Stokey, N. (1985): «The Dynamics of Industry-Wide Learning», Discussion Paper 629. Center for Mathematical Studies in Economics and Management Science.
- Vives, X. (1985): «On the Efficiency of Cournot and Bertrand Competition with Product Differentiation», *Journal of Economic Theory* 36, pp. 166-175.
- Vives, X. (1989): «Technological Competition, Uncertainty and Oligopoly», *Journal of Economic Theory* 48, pp. 386-415.
- Wernerfelt, B. (1985): «The Dynamics of Prices and Market Shares over the Product Life Cycle», *Management Journal* 10, pp. 928-939.
- Worthington, P. (1990): «Strategic Investment and Conjectural Variations», *International Journal of Industrial Organization* 8, pp. 315-328.
- Wright, T. P. (1936): «Factors Affecting the Cost of Airplanes», *Journal of the Aeronautical Sciences* 3, pp. 122-128.
- Yagüe, M. J. (1988): «Competencia Dinámica en Precios: Evidencias en el sector de Fertilizantes Agrícolas». *Investigaciones Económicas* 2, pp. 199-224.
- Yelle, L. E. (1979): «The Learning Curve: Historic Review and Comprehensive Survey», *Decision Sciences*, 10, pp. 302-327.
- Zimmerman, M. (1982): «Learning Effects and the Commercialization of New Energy Technologies: The Case of Nuclear Power», *Bell Journal of Economics*, 13, pp. 297-310.

**Abstract**

This paper is a survey of the literature on the effects of autonomous and induced learning on competition.

*Recepción del original, noviembre de 1991*  
*Versión final, noviembre de 1992*