

A
5.001:6
K18

estudios sobre el desarrollo
científico y tecnológico -no.2



**IMPORTACION de TECNOLOGIA,
GASTOS LOCALES de
INVESTIGACION Y DESARROLLO,
y PROGRESO TECNOLOGICO
en el SECTOR MANUFACTURERO**

**DEPARTAMENTO DE ASUNTOS CIENTIFICOS
SECRETARIA GENERAL DE LA
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
Washington, D.C.**

A
5.001:6
K18



A
5.001.6
K18

IMPORTACIÓN DE TECNOLOGÍA, GASTOS LOCALES DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, Y
PROGRESO TECNOLÓGICO EN EL SECTOR MANUFACTURERO

Jorge M. Katz

Centro de Investigaciones Económicas

Instituto Torcuato Di Tella

Septiembre 1970



División de Planificación y Estudios
Departamento de Asuntos Científicos
Secretaría General de la
Organización de los Estados Americanos
Washington, D.C.

14495

ESTUDIOS SOBRE EL
DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

NOTA INTRODUCTORIA

La ciencia y la tecnología han asumido una importancia creciente para el proceso de desarrollo económico y social. En los países industrializados esto se ha reconocido de dos maneras: dedicando un volumen creciente de inversiones a investigación, desarrollo experimental y formación de personal especializado, y abordando en forma sistemática el estudio de los problemas del desarrollo científico y técnico con el objeto de formular una política explícita para dicho desarrollo.

En los países en vías de desarrollo se han iniciado esfuerzos similares, todavía insuficientes. En ellos la planificación del uso de los recursos escasos resulta aún más necesaria. Todas las actividades de investigación básica que aporten conocimientos sobre el proceso de desarrollo técnico, sobre los aspectos de política y planificación de dicho desarrollo y sobre el funcionamiento del sistema científico y tecnológico representan una importante contribución a la capacidad de los mismos para organizar racionalmente las actividades científicas y técnicas en función de las necesidades del desarrollo económico y social.

En su última reunión, el Comité Interamericano de Ciencia y Tecnología de la OEA instó a la iniciación de una serie de publicaciones en este campo. Por dicha razón, la División de Planificación y Estudios que ha realizado y auspiciado diversas investigaciones y reuniones técnicas, inicia la publicación preliminar de los resultados obtenidos. Se espera de este modo establecer un diálogo entre los investigadores y planificadores, provocar sus comentarios e inspirar nuevas contribuciones a los estudios de la ciencia y la tecnología en América Latina.

División de Planificación y Estudios
Departamento de Asuntos Científicos
Organización de los Estados Americanos

IMPORTACION DE TECNOLOGIA, GASTOS LOCALES DE
INVESTIGACION Y DESARROLLO, Y
PROGRESO TECNOLOGICO EN EL SECTOR MANUFACTURERO(*)

1. Introducción

La imagen de un establecimiento manufacturero local invirtiendo un promedio anual de 50 a 100 mil dólares en proveerse de un cierto flujo de "servicios técnicos" que normalmente recibe nombres tales como "Asistencia Técnica a Producción", "Servicio Técnico de Procesos", "Ingeniería de Productos", "Trouble-shooting," etc., no es una imagen enteramente divorciada de la presente realidad industrial de nuestro país (1).

¿Cuál es la finalidad de dicha "inversión tecnológica"? O, visto desde otro ángulo: ¿Cuál es el contenido del flujo de servicios técnicos que tal gasto adquiere, y qué papel juegan los mismos en la evolución del establecimiento que los realiza?

Tal es el tipo de preguntas que buscaremos responder a lo largo de la Sección Segunda de esta monografía, dejando para la Sección Tercera una pregunta que surge de las anteriores y que podemos formular de la siguiente manera: ¿Cuál será el patrón de comportamiento óptimo de la firma en lo que a dicha inversión tecnológica se refiere?

Esta forma de plantear el problema indica reconocer desde el comienzo que la empresa realiza una búsqueda sistemática de conocimientos tecnológicos con los que adaptar y mejorar gradualmente el producto fabricado y/o el proceso productivo empleado. Argumentaremos más adelante en este trabajo que tal búsqueda sistemática de conocimientos tecnológicos surge como respuesta a problemas productivos y de mercado relevantes en el corto y mediano plazo, y se corporiza en un flujo continuo de proyectos de Investigación Aplicada y Desarrollo "menor" -que llamaremos en este trabajo I y D "adaptativo"- cuyo efecto se traduce en reducciones de costos, y/o incrementos de calidad del producto, y/o aumentos en los rendimientos físicos de planta por sobre su capacidad de diseño, etc. (2)

Este género de I y D "adaptativo", directamente asociado a los requerimientos productivos y de mercado de corto y mediano plazo de la firma, debe

(*) El presente trabajo forma parte de una investigación mayor que sobre el tema: "Ciencia y Tecnología en el Proceso Argentino de Industrialización" se desarrolla actualmente en el Instituto Torcuato Di Tella, con financiamiento parcial del BID y de la OEA. El autor agradece la ayuda del Dr. R. Mantel, cuya colaboración ha permitido enriquecer en forma considerable el contenido del presente manuscrito. Es innecesario señalar que el firmante asume total responsabilidad por el producto final aquí ofrecido.

ser claramente distinguido de otro género de actividad de Investigación y Desarrollo cuyas miras están puestas en el largo plazo y cuyo objetivo es el de gestar "nuevos" productos y/o procesos productivos(3). Mientras que la primera de ambas formas de actividad creativa opera dentro de los límites dados por un determinado producto y diseño de planta, la segunda forma de actividad creativa opera fuera de este marco y, normalmente, se halla localizada en centros de experimentación y laboratorios desinteresados de los problemas cotidianos de la planta fabril(4).

La teoría microeconómica del cambio tecnológico recibida hasta el presente, no ha logrado, en nuestra opinión, proporcionar una adecuada "explicación" de las fuerzas que generan cambio tecnológico en una específica unidad productiva. Es justamente la falta de contenido a nivel microeconómico de dicha teoría, lo que ha impedido al análisis macroeconómico contemporáneo arribar a una racionalización aceptable de las fuentes y contenido del "residuo" observado a nivel agregado que, ampulosamente, nos hemos habituado a llamar "cambio tecnológico". La literatura contemporánea referida al tema nos provee, por un lado, con modelos de tradición Arrowiana en los que el cambio tecnológico y los aumentos de productividad se obtienen como un subproducto - consecuencia de la propia actividad productiva de la firma. Esta "aprende" a medida que produce, pero no efectúa un gasto explícito en "aprender".

"Haavelmo, Kaldor and I (Arrow) have all stressed that the activities of production and investment may lead to increases in productivity without any identifiable allocation of resources to that end". (5)

Por otro lado, autores como Z. Griliches (6), J. Minasian (7), y E. Mansfield (8), han contribuido en años recientes al desarrollo de una incipiente literatura econométrica que pone de manifiesto la existencia de una cierta relación sistemática entre tasas de progreso tecnológico y Gastos en Investigación y Desarrollo.

En su artículo de 1962 J. Minasian presenta evidencia empírica de considerable interés mostrando un alto grado de asociación estadística entre tasas de crecimiento de la productividad del complejo de insumos y gastos globales de Investigación y Desarrollo, ello a través de un universo compuesto por 18 grandes firmas de la industria química norteamericana. Pocos años más tarde, E. Mansfield en su libro "Industrial Research and Technological Innovation", después de investigar un universo compuesto por un número parecido de grandes firmas químicas y petroquímicas, escribe:

"Thus, the previous table provides the first published estimates of the rates of technological progress during the post-war period in particular firms, and eq. (21) tells us that a firm's rate of technical change is directly related to the rate of growth of its accumulated R & D expendi-

ture . . . The same kind of relationship holds true on the industry level as well . . ." (9).

Pese al importante valor cognositivo de los resultados presentados por Mansfield y Minasian, resalta inmediatamente el hecho de que ambos autores emplean como variable independiente de sus respectivos trabajos el gasto total en Investigación y Desarrollo llevado a cabo por cada una de las firmas, quedando fuera del área de interés de sus estudios la evaluación de la importancia relativa de los dos tipos de Investigación y Desarrollo caracterizados previamente, esto es, I y D "adaptativo" e I y D dirigido hacia la gestación de "nuevos" productos y/o procesos.

Es nuestra impresión que la adición de ambos tipos de Investigación y Desarrollo en un solo conglomerado solo puede efectuarse bajo supuestos relativamente fuertes acerca de la naturaleza misma de la actividad de Investigación y Desarrollo, supuestos que no parecen justificarse en el mundo impírico.

Ni las fuerzas que, presumiblemente, inducen uno y otro tipo de Investigación y Desarrollo, ni sus costos, ni sus tiempos medios de maduración, ni el grado de aleatoriedad de sus resultados, parecen ser comparables. Antes bien, la poca evidencia empírica disponible indica que la actividad de I y D "adaptativo", realizada dentro del marco de un determinado diseño de planta y llevada a cabo con propósito de "adaptar" y "mejorar" el producto y/o el proceso, tiene costos, tiempos medios de maduración, y grados de aleatoriedad sensiblemente menores que los que tradicionalmente se asocian con la actividad de I y D dirigida hacia la gestación de bienes y procesos "nuevos" (10).

Un excesivo celo por las dificultades analíticas de este último tipo de I y D ha llevado a los economistas a prestar escasa atención al caso de I y D "adaptativo". Así, a pesar del marcado peso relativo que esta última posee dentro del gasto total en I y D, poco es lo que hoy día efectivamente sabemos acerca de la naturaleza y leyes económicas que regulan este tipo de actividad inventiva, siendo el siguiente párrafo una de las pocas expresiones ilustrativas al respecto que hemos podido localizar en la literatura reciente:

"In the first place, we have seen that "minor" changes -based on technology judged relatively simple to develop prior to the actual development, and usually representing "evolutionary" advances, rather than significant departures from existing methods- accounted for over two thirds of the unit cost reduction attributable to technical change at most of the plants considered. . . . In addition, some evidence has been accumulated in recent years to suggest that large industrial corporations may well be a more important source of "improvement" inventions than of major inventions. Partly because it has usually been taken for

granted that the major corporation would be responsible for major inventions, little is known about the sources of minor changes at large companies. . . . The large part of minor changes were developed at the plants themselves by personnel whose function was to keep existing operations trouble-free, rather than by formal research groups. . . . It is important, however, to qualify our stress on the efficacy of "minor" technical changes. There seems to exist what may be called a "saturation effect" whereby. . . . the potential stream of minor changes will be exhausted. In the plants under investigation the most striking stream of minor technical changes were introduced during the first 10 to 15 years after the construction of a new type plant". (11)

El lector puede hallar a lo largo del párrafo anterior los rudimentos de una teoría de la I y D "adaptativo", teoría que, parcialmente, intentamos formular en la presente monografía.

En resumen, ni el caso Arrowiano de "learning by doing", sin gastos explícitos en aprendizaje, ni los modelos agregados investigados por Griliches, Mansfield o Minasian, nos han parecido adecuados a la realidad local que pretendemos caracterizar, en la que no se está generando tecnología "nueva", sino que, por lo general, se está "adaptando" y "mejorando" tecnologías de productos y/o procesos, previamente importadas. . . . Ello nos ha llevado a plantear aquí el modelo simple de una empresa que gasta en "aprender", pero que, esencialmente, se limita a adaptar y mejorar tecnologías previamente importadas.

La sección siguiente contiene una breve discusión semántica en torno al significado atribuido en este trabajo a diversos términos tales como 'actividad inventiva', bienes y/o procesos "nuevos", 'progreso tecnológico', etc.

2. Algunos problemas semánticos del marco conceptual

a. La definición de 'progreso tecnológico'.

En el análisis económico contemporáneo la función de producción ha sido, y sigue siendo, empleada con dos significados distintos. Dado que el "progreso tecnológico" se define como la aparición de una nueva función de producción o el cambio de una función de producción preexistente, resulta obvio que la definición misma de progreso tecnológico habrá de depender de la definición de función de producción con que se trabaja.

Para Schumpeter, Salter y otros economistas, la función de producción es una construcción ex ante, de tipo "planning", que resume las alternativas tecnológicas asequibles a un inversor potencial antes que el mismo

materialice su decisión de invertir. En cambio para Solow, M. Brown, y otros economistas neoclásicos, la función de producción constituye una construcción ex post, asociada a la productividad marginal de los factores y a la teoría de la distribución del ingreso.

Dice Schumpeter: ". . . The full logical meaning of the concept of a production function reveals itself only if we think in terms of it as a 'planning' function in a world of blue prints, where every element which is technologically variable at all can be changed at will". (12)

La definición Schumpeteriana de función de producción está referida al conjunto de conocimientos aplicables a la producción material, disponibles a escala universal, de allí que en este contexto el progreso tecnológico se defina como un cambio en el cúmulo de conocimientos tecnológicos disponibles al nivel de la sociedad universal en su conjunto.

J. Schmookler, autor de tradición Schumpeteriana en este aspecto, define el progreso tecnológico con gran precisión:

"We shall call the rate at which new technology is produced in any period, the rate of technological progress, and rate at which technology in existence at the beginning of the period is disseminated, the rate of replication. Hence, as defined here, an element of technology affects the rate of technological progress only once and only at one point on the globe, but it may enter the rate of replication at an indefinitely large number of places and over an indefinitely long period". (13)

Un aspecto de importancia debe ser observado. Dentro de esta línea de razonamiento hay una clara separación entre innovación por un lado e imitación por otro. Innovador es aquél empresario que introduce por vez primera un producto o un servicio, o usa un proceso productivo o insumo "nuevo", ésto concebido a escala universal. Otro empresario en el universo que sigue sus pasos es un imitador. Sólo constituye progreso tecnológico el acto de innovación, quedando incondicionalmente excluído de dicha categoría todo acto posterior de imitación. (14)

Es inmediatamente obvio que en este esquema de pensamiento se está implícitamente afirmando que sólo los países industriales avanzados registran "cambio tecnológico", siendo el avance técnico de los países periféricos parte de un proceso de difusión tecnológica concebido a escala universal. Se está, además, razonando sobre la base de suponer perfecta difusión de la información, al tiempo que se presume que la imitación lisa y llana, sin la más mínima adición o adaptación a circunstancias locales, existe y es factible en el mundo industrial.

R. Solow, M. Brown y otros varios economistas han empleado a lo largo de los últimos años un concepto ex post de función agregada de producción que poco tiene que ver con el anterior.

Ex post la función agregada de producción resume una suma acumulada de decisiones de inversión efectuadas por miembros de la comunidad empresaria desde algún punto remoto en la historia hasta el presente. Expresa una cierta relación funcional entre el volumen de producción alcanzado y los insumos de factores, que se emplean con tal propósito. El análisis se sitúa ahora a escala de un país, una industria o una planta específica.

En este caso, al igual que en el caso Schumpeteriano, el "progreso tecnológico" se define como la aparición de una "nueva" función de producción o como el cambio de una función de producción preexistente pero, a diferencia del caso anterior, no sólo la innovación sino la imitación exitosa forman parte inseparable de la tasa de progreso tecnológico alcanzada.

Resulta inmediatamente obvio que definida en los términos de esta segunda línea interpretativa, la tasa de progreso tecnológico gana en generalidad a costa de perder información acerca de las diferencias que median entre innovación e imitación.

En la presente investigación hemos optado por esta segunda definición de función de producción y por su concepto asociado de cambio tecnológico. Esto es, concebimos la existencia de una cierta función de producción local en una empresa específica, y diremos que dicha empresa introduce un cambio tecnológico cuando utiliza por vez primera un proceso o insumo, o produce un bien que es "nuevo" para ella, independientemente del hecho de que el acto de usarlo sea o no imitativo desde el punto de vista de la industria, el país, o el universo.

Es cierto, sin embargo, que el mero hecho de haber optado por una definición de progreso tecnológico no implica haber resuelto nuestras dificultades. Veamos porqué.

Decíamos recién que en el marco de la definición adoptada es imposible distinguir entre innovación e imitación. Si bien a los efectos de "explicar" la tasa de crecimiento de la productividad de los factores tal distinción no es necesaria, la presencia de un cierto rezago o "lag" entre innovación e imitación puede ser, en principio, consecuencia de dos circunstancias distintas que conviene separar a los fines analíticos, aún cuando su distinción es harto difícil en la práctica.

Por un lado, el rezago o "lag" entre innovación e imitación puede deberse a efectivas demoras en la difusión de información, es decir, al hecho concreto de que la secuencia emisión-circulación-captación de conocimientos tecnológicos es sumamente imperfecta. Por otro lado, sin embargo, la no

utilización de una cierta técnica o proceso productivo, o la no producción local de un cierto bien o servicio puede no estar originada en falta de conocimientos tecnológicos, sino en un problema de precios relativos. Aún cuando parece importante distinguir entre una y otra situación ello no es factible en el marco teórico adoptado.

Ex post todo acto exitoso de imitación que incide sobre la productividad forma parte inseparable de la tasa de progreso tecnológico y resulta imposible distinguir entre imitación originada en difusión efectiva de conocimientos e imitación originada en cambios de precios relativos. Es más, no hay razón para que el monto y naturaleza de los conocimientos que fluyen entre países o regiones no sea función de los movimientos de precios relativos de factores y productos.

Ocurre entonces que como todo acto de imitación es agregado dentro de la tasa de progreso tecnológico, en ciertos casos denominamos "progreso tecnológico" a un cierto cambio que poco tiene que ver con una modificación real de los conocimientos tecnológicos disponibles.

Esto abre aún otro interrogante. ¿Es que es posible presuponer que la imitación lisa y llana sin la más mínima adaptación personal a circunstancias locales, existe en el mundo industrial? ¿O será más bien que gran parte de las imitaciones llevan consigo un monto mayor o menor de aporte y adaptación personal por sobre la mera copia? Si ello es cierto, los límites entre innovación e imitación se tornan, en realidad, nebulosos, volviéndose ficticia la línea divisoria entre productos y/o procesos "nuevos" y productos y/o procesos "adaptados" y "mejorados". Es nuestra impresión que esto último es lo que con frecuencia ocurre en el mundo empírico, particularmente en lo que atañe a los flujos internacionales de tecnologías de procesos y/o productos.

La anterior discusión nos lleva a otra área de dificultades semánticas que enfrentamos a continuación.

b. Innovación y actividad inventiva local

El trabajo pionero de Schumpeter en teoría de la innovación constituye, sin lugar a dudas, un punto de partida obvio para la presente discusión.

Dice Schumpeter: . . . "we shall impose a restriction on our concept of innovation and henceforth understand by innovation a change of some production function which is of the first and not of the second and still higher order of magnitude" . . . (15)

Hay dos aspectos de la definición anterior que merecen ser observados en detalle. Primero, innovación para Schumpeter significa "nuevo" conocimiento aplicado a la producción, donde "nuevo" está referido a la escala universal.

Segundo, para ser digna de ser tomada en cuenta una innovación debe representar un cambio de primer orden de magnitud respecto a la práctica establecida.

Se observan por lo menos dos razones de peso para que debamos considerar la definición Schumpeteriana de innovación como excesivamente restrictiva para nuestros fines. Dichas razones se concentran en torno a las diferencias que existen entre innovaciones "mayores" y "menores", por una parte, y a las que median entre conocimientos "nuevos" y conocimientos "independientemente adquiridos", por la otra.

Veamos ambos puntos por separado, comenzando por la diferencia entre innovaciones "mayores" y "menores", o subinvenciones, como las denomina J. Schmookler.

Para Schumpeter el término "actividad inventiva" designa exclusivamente aquella actividad creadora asociada a la gestación de cambios tecnológicos mayores. Los cambios técnicos menores surgidos de la acumulación de experiencia en planta, así como las mejoras del proceso y/o producto introducidas con posterioridad a la innovación mayor, son descartadas por el economista austríaco quien, concomitantemente con ello, descarta la actividad creadora asociada a los mismos.

Autores de tradición Schumpeteriana como J. Schmookler o S. Kuznets entre otros, han argumentado recientemente en favor de reservar el término "actividad inventiva" para aquella asociada a la gestación de cambios tecnológicos "mayores". Ambos esgrimen en defensa de tal concepción argumentos relativamente similares.

Dice J. Schmookler: . . . "There is a functional difference between invention on the one hand . . . and refinement on the other. The difference is not only commonly recognized, but indeed is reflected in the fact that they are made not only by different individuals, but usually by different kinds of individuals. (16)

La misma idea es defendida por S. Kuznets de la siguiente forma: . . . "If we could measure the economic magnitude of each item from the most obvious improvement to the most major invention, we would still be interested in their distinction. We assume (*italics added*) that the upper segment of the range i. e. inventions . . . can only be produced by people with unusual equipment and hence distinguishing them would lead to a more fruitful examination. No continuity exists in the range of human ability involved. There are qualitative differences between the effort and capacity associated with improvements and these associated with inventions, so that no shift from the one to the other can be attained." (17)

Si los argumentos presentados por S. Kuznets y J. Schmookler fueran correctos, y existiera una verdadera línea divisoria en la naturaleza misma de la capacidad inventiva requerida para llevar a cabo innovaciones "mayores" e innovaciones "menores", entonces deberíamos reservar el término "capacidad inventiva" para designar la primera de dichas actividades, al tiempo que deberíamos

también elegir otro nombre para designar la actividad creadora involucrada en las innovaciones "menores".

Es importante observar, sin embargo, que la argumentación de los dos economistas previamente citados no está fundada sobre elementos empíricos fuera de toda duda, sino que pertenece al área de los razonamientos a priori que aguardan ser testados. Es más, la poca evidencia empírica disponible no parece avalar el argumento.

Reciente investigación de carácter microeconómico en torno a las fuentes de crecimiento de la productividad en varias plantas del grupo E. I. Dupont de Nemours and Co. en USA, reafirma nuestra sospecha de que la separación entre profesionales dedicados al logro de innovaciones "mayores", no es tan nítida y definitiva como Schmookler o Kuznets afirman en su argumentación.

En dicho trabajo S. Hollander encuentra que personal de planta (ingenieros, químicos, etc.) miembros del Departamento de Ingeniería de Procesos -que Hollander denomina Grupo de Asistencia Técnica a Producción- ha jugado a lo largo de 40 años un rol preponderante en la gestación de innovaciones "mayores". "Personnel concerned with current operations -technical assistance members- played a very important role, even in the case of the 'major' changes". (18)

Cerrando este punto diremos que las razones que se esgrimen en favor de una definición restringida de "actividad inventiva" que deje fuera de los alcances de la misma a la actividad creadora dirigida a la gestación de innovaciones "menores" no parecen ser razones irrevocablemente valederas en el mundo empírico.

En nuestra opinión, y coincidiendo con lo observado por S. Hollander, es difícil saber si efectivamente existen diferencias infranqueables de calidad personal entre uno y otro tipo de innovación. En realidad parece más válido afirmar que en uno y otro caso la capacidad creativa de los profesionales involucrados está puesta a solucionar problemas objetivamente diferentes: los de "adaptación" y "mejora" como problemas típicos del corto y medio plazo, y los de diseño francamente "nuevo" como problemas inherentes al largo plazo. Las diferencias entre ambos tipos de investigación parecen concentrarse menos en aspectos subjetivos y más en elementos cercanos al cálculo económico, tales como el costo de la innovación, el tiempo medio de gestación el grado de aleatoriedad, etc. De allí nuestra decisión de emplear el término "capacidad inventiva" en ambos casos, especificando luego si dicha capacidad inventiva está abocada a la tarea de gestar innovaciones "mayores" o "menores".

Dijimos antes que un segundo conjunto de razones de peso para que en el marco de la presente investigación consideráramos demasiado restrictivo el concepto Schumpeteriano de "actividad inventiva" debía buscarse en la diferencia que media entre conocimientos "nuevos" y conocimientos "independientemente adquiridos". Consideremos brevemente este tema.

Para Schumpeter innovación implica conocimientos "nuevos" aplicados a la producción. Es obvio que dicho autor está pensando en la actividad inventiva como si ésta se materializara a través de un cierto output de innovaciones por unidad de tiempo. Esta es una de las razones principales en función de las que impone a su definición de innovación el prerequisite de "novedad". Dicho prerequisite actúa eliminando la doble contabilización en la medición del output de la actividad inventiva, por cuanto al nivel de la sociedad en su conjunto, y suponiendo perfecta difusión de información, dos innovaciones idénticas en carácter no representan dos adiciones separadas al stock de conocimientos tecnológicos de la sociedad.

Es importante observar que tendríamos visión diferente del problema si abandonamos el supuesto de perfecta difusión de información e intentamos medir la "actividad inventiva" a través de los insumos de capacidad creativa que ella absorbe en lugar de hacerlo a través del flujo de "output" que la misma logra.

S. Kuznets refleja con claridad este problema en la siguiente párrafo: . . . "If we were concerned with the input of inventive activity, then two identical inventions which have been made independently of each other . . . signify a greater input of inventive activity and, hence, a greater supply of inventive capacity than one invention" . . . It follows that an interest in the input of inventive capacity and a technological measure of inventive activity would require that an invention be defined as an "independently derived" rather than as a "new" device. (19)

También en este aspecto hemos decidido apartarnos del contexto Schumpeteriano y definir innovación en forma más amplia reemplazando el requisito de "novedad" por el de "adquisición o derivación independiente" (20)

En el curso de esta investigación hemos optado por definir "actividad inventiva" como todo esfuerzo creador sistemático dirigido a la obtención independiente de conocimientos "nuevos" para la empresa, sean éstos de significación "mayor" o "menor" en la esfera de la producción material. (21) Así, "actividad inventiva" en nuestra investigación abarca" a) Todo trabajo exploratorio inicial llevado a cabo en la expectativa de que el conocimiento obtenido tendrá uso en la producción. (Este concepto es coextensivo con la definición de Investigación Aplicada normalmente empleada en las clasificaciones tradicionales de I y D); b) Todo trabajo de desarrollo "mayor" dirigido a la formulación de las propiedades centrales de un proceso o producto "nuevo"; c) Todo trabajo de desarrollo "menor" dirigido al logro de mejoras y adaptaciones al medio local del proceso empleado o del producto fabricado.

Nuestra definición de actividad inventiva incondicionalmente excluye:

a) tareas de control de calidad, b) tareas rutinarias de recopilación y procesamiento de información, c) tareas de mantenimiento y control de planta y, en

general, todas aquellas otras actividades técnicas para las que se cuenta con una rutina definida. Es de hacer notar, sin embargo, que el acto en sí de preparar la rutina por primera vez forma parte de la "actividad inventiva" local.

Efectuada la discusión anterior, estamos ahora en condiciones de proseguir hacia la formulación de un marco analítico de carácter microeconómico en el que estudiar más detenidamente el caso de una firma que gasta en I y D "adaptativo" con el fin de proveerse de un flujo sistemático de innovaciones "menores", "derivados independientemente" a nivel de planta.

3. El modelo de una firma que gasta en "aprender"

A lo largo de esta Sección consideraremos el caso de una firma local que en el momento t_0 concluye el montaje de una planta o línea de producción "nueva" y entra en la etapa de "puesta en marcha" de fábrica, iniciando sus actividades productivas.

La "puesta en marcha" de una planta nueva abre, en la historia evolutiva del establecimiento, un período sumamente rico en adaptaciones, ajustes de procesos y/o productos, y aprendizaje en general en el manejo y control de fábrica, siendo normal observar que a lo largo de dicho período el "nivel tecnológico" de la firma sufre incrementos de consideración. Concomitantemente, el período de "puesta en marcha" demarca una etapa evolutiva en la que los gastos de I y D "adaptativo" tienden a ser relativamente altos. (22)

Si representamos el proceso productivo de la planta a través de una cierta función de producción, podemos definir el "nivel tecnológico" de la misma como un cierto número positivo que multiplica a dicha función de producción de forma tal que, cuanto mayor sea ese número, mayor será la cantidad de producto que se obtiene de un monto dado de servicios de factores productivos convencionalmente medidos.

Supondremos aquí que dicho "nivel tecnológico" de la firma es una función creciente del gasto que la misma realiza en tareas de I y D "adaptativo", es decir, en tareas de mejoras y adaptación de planta y producto. Supondremos también que, para un dado "nivel tecnológico" inicial, el gasto en I y D "adaptativo" genera incrementos sucesivamente menores del "nivel tecnológico" de la firma está acotado superiormente, es decir, que existe un cierto máximo de adaptación y mejoras que un determinado diseño de planta, o un determinado producto pueden "absorber" a lo largo de su historia.

Los supuestos anteriores racionalizan situaciones frecuentemente observadas en el plano empírico, y acerca de las cuales brindaremos información

estadística en otra parte de este trabajo. (23) Formalizando dichos supuestos podemos escribir:

$$O(t) = T(t) f(K, L) \quad (1)$$

$$\dot{T} = h(R) (T^* - T) \quad (2)$$

La Ec. (1) nos dice que lo producido por la firma en t depende de los servicios de capital y trabajo que la misma insume, así como también del "nivel tecnológico" por ella alcanzado hasta ese momento.

Sin embargo, a los efectos de simplificar el análisis y restringirnos específicamente a estudiar el comportamiento empresarial en lo que hace a sus decisiones de invertir en I y D "adaptativo", supondremos en lo sucesivo que el empresario dispone libremente de cierta cantidad fija de servicios de factores -capital y trabajo- de la que puede extraer un volumen mayor o menor de producto en función del "nivel tecnológico" con que los emplea. Es decir, en vista a reducir la estructura formal del modelo nos limitaremos al caso más elemental en que solo interesa la estrategia óptima de la firma en lo que hace a sus gastos en I y D "adaptativo". El análisis podría extenderse luego admitiendo la presencia de otros factores en el problema decisional de la firma.

La Ec. (2) contiene el "modelo de aprendizaje" implícito en este trabajo. La misma indica que \dot{T} -la tasa de crecimiento del "nivel tecnológico" de la firma- es función del gasto en I y D "adaptativo" que la misma realiza, así como también de la distancia que media entre el "nivel tecnológico" presente y el máximo "nivel tecnológico" alcanzable dentro del marco de un producto y una planta fabril dados. Nuestro modelo de aprendizaje supone que la firma comienza a operar en t_0 con un "nivel tecnológico" inicial -que denotamos como $T(0)$ - y enfrenta en ese momento (24) la disyuntiva de gastar o no en proveerse de "servicios técnicos" con los que adaptar y mejorar el proceso y/o el producto.

Si la decisión de la firma es no proveerse de dichos "servicios técnicos" -es decir, si la decisión es hacer $R = 0$ - la firma mantendrá su "nivel tecnológico" inicial. Por el contrario, si la decisión es gastar en "servicios técnicos", R adoptará un valor positivo ($R > 0$) y, concomitantemente, el "nivel tecnológico" de la firma habrá de crecer. Es decir, la tasa de crecimiento del "nivel tecnológico" será positiva ($\dot{T} > 0$).

Finalmente, cuando $R \rightarrow \infty$ el "nivel tecnológico" de la firma tiende hacia el máximo valor asequible dentro del marco dado por la planta y el producto, valor que denotamos con T^* .

Lo anterior puede visualizarse más claramente tras una manipulación algebraica de Ec. (2). Reemplazados: $\dot{T} = -d(T^* - T)/dt$, escribimos:

$$h = - \frac{1}{T^* - T} \cdot \frac{d(T^* - T)}{dt} = \frac{-\frac{d}{dt} (T^* - T)}{T^* - T} \quad (3)$$

Integrando ambos lados de la Ec. (3), obtenemos:

$$- \int h dt = \ln (T^* - T) + c$$

$$- \int h dt - c = \ln (T^* - T)$$

$$e^{-\int h dt} e^{-c} = T^* - T$$

Y, finalmente:

$$T = T^* - e^{-c} e^{-\int_0^t h dt} \quad (4)$$

A partir de Ec. (4), y haciendo $t=0$, se deduce que:

$$T = T(0) = T^* - e^{-c}$$

Despejando el valor de e^{-c} y reemplazando en Ec. (4) obtenemos:

$$T = T^* - (T^* - T(0)) e^{-\int_0^t h(R) dt} \quad (5)$$

Puede verse en Ec. (5) que si la firma decide no gastar en I y D "adaptativo" de planta y/o producto, habrá de mantener su "nivel tecnológico" inicial, es decir $T=T(0)$.

Por el contrario, cuando el gasto en I y D "adaptativo" adopta valores positivos, la firma abandona su "nivel tecnológico" inicial, hasta que finalmente para valores de $R \rightarrow \infty$ el "nivel tecnológico" de la firma alcanza un máximo, es decir, $T=T^*$.

Dados los supuestos y definiciones anteriores, y recordando que a los fines ilustrativos estamos planteando el caso sumamente simple de un empresario que no tiene costos operativos con excepción de los inherentes a la mejora y adaptación de su planta y producto, podemos concebir el problema de la firma como el de maximizar el valor presente de sus ingresos futuros, netos del gasto en I y D "adaptativo" que se efectúa en cada período.

Los ingresos de cada período, netos del gasto en I y D "adaptativo" pueden escribirse como $[R(p(t), T(t)) - qR]$, donde $p. (t)$, $T(t)$ representan las ventas del período t , valuadas a los precios vigentes en el mismo, siendo T

el "nivel tecnológico" alcanza hasta ese momento y, qR el gasto corriente en I y D "adaptativo". Llamado δ a una cierta tasa de interés fija el problema de la firma puede concebirse formalmente como

$$\text{Max} \int_0^{\infty} e^{-\delta t} (pT - qR) \quad (6)$$

sujeto a la restricción representada por Ec. (2), esto es sujeto a

$$\dot{T} = h(R) (T^* - T)$$

El Lagrangiano correspondiente a dicho problema puede escribirse de la siguiente forma:

$$\mathcal{L} = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} [pT - qR + \lambda \{ h(R) (T^* - T) - \dot{T} \}]$$

y las condiciones de primer orden a ser satisfechas son:

$$e^{\delta t} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial R} = -q + h' \lambda (T^* - T) = 0 \quad (7)$$

$$e^{\delta t} \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial T} = p - \lambda h + \dot{\lambda} - \delta \lambda = 0 \quad (8)$$

A partir de Ec. (7) se deduce:

$$\lambda = \frac{q}{(T^* - T) h'} \quad (9)$$

Sacando logaritmos, derivando luego respecto a t , recordando que R es el argumento de h obtenemos la siguiente expresión:

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \frac{\dot{q}}{q} + \frac{\dot{T}}{T^* - T} - \frac{h''}{h'} \dot{R} \quad (10)$$

De Ec. (10) despejamos $h'' \dot{R}/h'$,

$$\frac{h''}{h'} \dot{R} = \frac{\dot{q}}{q} + \frac{\dot{T}}{T^* - T} - \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \quad (11)$$

De Ec. (2) surge que $h = \dot{T}/(T^* - T)$ y de Ec. (8) se despeja $\dot{\lambda} = -p + \lambda(h + \delta)$, valores que pueden ser ambos reemplazados en Ec. (11), obteniéndose

$$\frac{h'' \dot{R}}{h'} = \frac{\dot{q}}{q} + h - \frac{(h + \delta) \lambda - p}{\lambda} \quad (12)$$

que también puede escribirse como:

$$\frac{h'' \dot{R}}{h'} = \frac{\dot{q}}{q} + h - (\delta + h) - \frac{p}{\lambda} \quad (13)$$

Simplificando h y reemplazando el valor de λ a partir de Ec. (9), llegamos a la siguiente expresión:

$$\frac{h'' \dot{R}}{h'} = \frac{\dot{q}}{q} - \delta + \frac{p}{q} (T^* - T)h' \quad (14)$$

y, recordando que $h'' < 0$:

$$\dot{R} = \frac{h'}{h''} \left[\delta - \frac{\dot{q}}{q} - \frac{p}{q} (T^* - T)h'(R) \right] \quad (15)$$

La Ec. (15) contiene un resultado de interés, a saber: bajo las condiciones del presente modelo la tasa de cambio en el tiempo del gasto corriente en I y D "adaptativo" depende de: a) la tasa fija de descuento con que opera la firma, b) la tasa de variación en el tiempo del "precio" de la investigación, y, c) la tasa de cambio de la productividad marginal física por unidad de gastos en investigación, valuada a precios del producto. Dicho resultado reviste significación económica y volveremos a él posteriormente a efectos a formular un conjunto de hipótesis derivadas del mismo. Consideremos ahora el siguiente sistema:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{R} = \frac{h'}{h''} \left[\delta - \frac{\dot{q}}{q} - \frac{p}{q} (T^* - T)h'(R) \right] \end{array} \right. \quad (16a)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{T} = h(R) (T^* - T) \end{array} \right. \quad (16b)$$

El comportamiento de dicho sistema puede ser convenientemente analizado en el espacio (R, T) . Consideremos primero el caso $\dot{T} = 0$. Tal caso puede ocurrir en dos circunstancias: 1) $\dot{T} = 0$ si $T = T^*$, o sea, la tasa de cambio del "nivel tecnológico" se anula si el mismo ha llegado a su valor máximo. 2) $\dot{T} = 0$ si $h(R) = 0$, cosa que será cierta si $R = 0$. En otros términos, la tasa de cambio del "nivel tecnológico" es nula si la firma no efectúa gasto alguno en mejorar y adaptar la planta y/o el producto. Gráficamente ambas situaciones generan el tramo horizontal y vertical respectivamente de la curva $T = 0$, en el Gráfico 1.

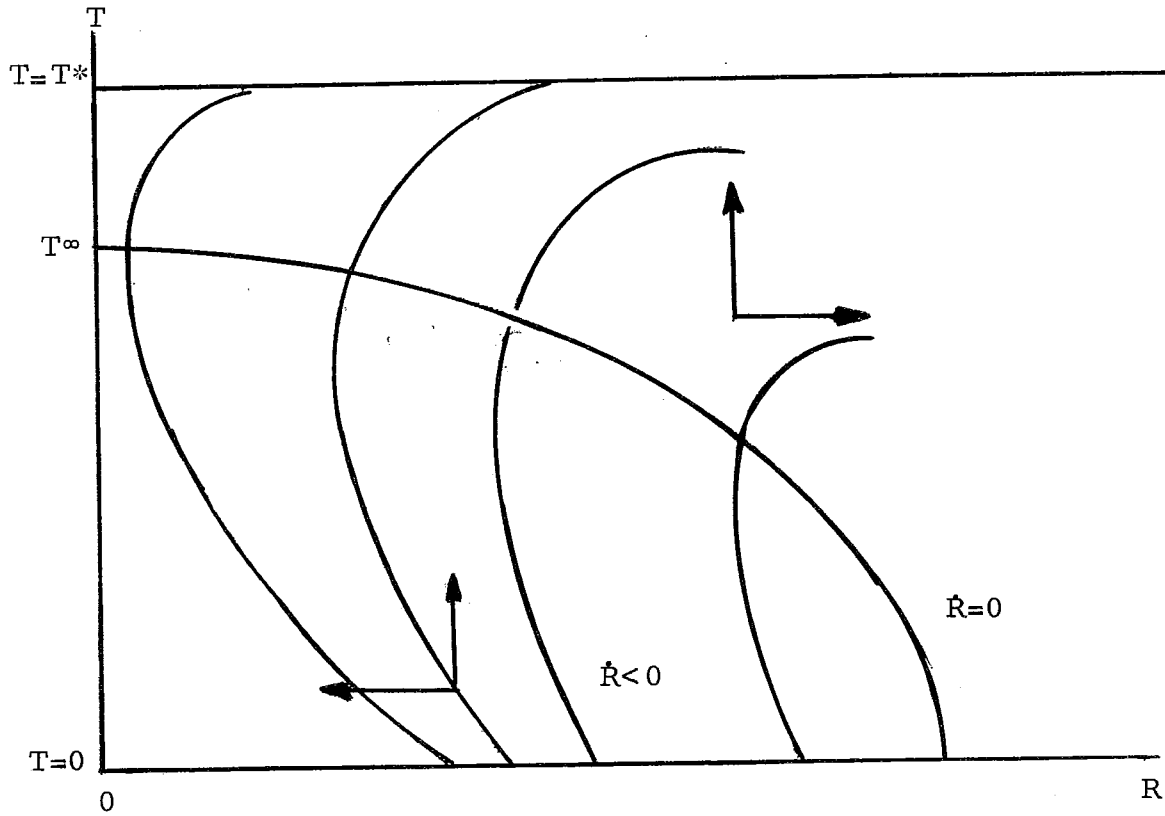


Gráfico 1

Consideremos ahora el caso $R = 0$. Suponiendo por el momento $q/q = p/p = \theta =$ constante, resulta

$$T^* - T = \frac{k}{h'(R)}$$

y

$$T = T^* - \frac{k}{h'(R)} \quad (17)$$

Por un lado, dado que tanto k como $h'(R)$ son positivos, la Ec. (17) indica que cuando $\dot{R} = 0$ es $T < T^*$, o sea que en el largo plazo el "nivel tecnológico" alcanzado está por debajo del máximo nivel alcanzable por la firma. Por otro lado, dado que diferenciando Ec. (17) obtenemos:

$$\frac{dT}{dR} = \frac{k}{h'^2} h'' < 0$$

La curva para $\dot{R} = 0$ debe necesariamente tener pendiente negativa.

Los elementos previos nos permiten trazar la curva $\dot{R} = 0$ en el Gráfico 1, en el que puede ahora observarse que el punto $T = T^\infty$ define una situación estacionaria de largo plazo, o situación de equilibrio de la firma, en la que $\dot{R} = 0$ y $\dot{T} = 0$.

Veamos ahora las trayectorias que el mismo sistema sigue hacia su situación de equilibrio estacionario en T^∞ .

Supongamos primero que $T < T^*$. La Ec. (2) nos indica que en tal caso $T < 0$, o sea que, si partimos de un punto cualquiera en el gráfico, ubicado por debajo de T^* , el sistema tiende a moverse en la dirección señalada por las flechitas verticales. Razonando luego sobre la Ec. (16a) puede verse que si partimos de un punto a la derecha de la curva $R = 0$, \dot{R} será positivo, mientras que si lo hacemos desde un punto a la izquierda de la curva $\dot{R} = 0$, \dot{R} será negativo, permitiéndonos lo anterior señalar la dirección del movimiento en uno y otro caso con las flechitas horizontales a ambos lados de la curva $\dot{R} = 0$.

Sabemos, por un teorema relativo al comportamiento de trayectorias de un sistema como el de Ecs. (16), que dichas trayectorias no se cortan, razón por la que podemos ubicar solo una trayectoria o sendero óptimo que conduce a la situación estacionaria de largo plazo.

Como también puede verse a través del diagrama, la política óptima para el caso $T(0) < T^*$ consiste en gastar fuertemente en I y D "adaptativo" de planta y o producto durante los períodos iniciales y luego disminuir gradualmente dichos gastos en I y D "adaptativo" a medida que T progresa hacia su valor de equilibrio en T^∞ . Es interesante observar que $T^\infty < T^*$, resultado que indica que la

estrategia óptima de I y D "adaptativo" no supone llegar al máximo "nivel tecnológico" alcanzable dentro del marco de un diseño dado de planta y producto, sino permanecer por debajo de él.

Esto concluye la formulación del modelo de una firma que gasta en proveerse de un flujo de I y D "adaptativo" de planta y/o producto. La Sección siguiente contiene algunas especulaciones e hipótesis derivadas del mismo.

4. Nacionalidad y "aversión al riesgo". Una hipótesis en dinámica comparativa

Habiendo mostrado en la Sección previa algunos rasgos de la estrategia óptima de la firma en lo que se refiere a sus gastos en I y D "adaptativo" de productos y/o procesos, estamos ahora en condiciones de investigar algunas implicaciones generales del modelo propuesto.

Nos limitaremos en este momento a estudiar un caso simple de dinámica comparada, partiendo para ello de la siguiente pregunta: ¿qué ocurre, dentro de nuestro marco conceptual, en caso de producirse un aumento en δ -la tasa de preferencia intertemporal de la firma, o tasa de interés a la que la empresa descuenta el futuro?

Un aumento en δ trae aparejado un movimiento descendente de la curva correspondiente al sendero óptimo de gastos en I y D "adaptativo". Esto es, para un mayor δ el conjunto de la curva $\dot{R}_1 = 0$ se traslada en sentido descendente a $\dot{R}_2 = 0$, como se indica en el gráfico siguiente.

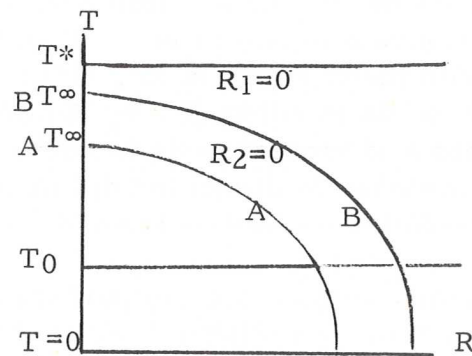


Gráfico 2

Supongamos ahora que ambas curvas reflejan la situación de dos firmas -A y B- idénticas en todos y cada uno de sus detalles, excepción hecha del grado de inseguridad con que cada una de ellas enfrenta el futuro.

La firma A -representada por el sendero inferior- tiene una mayor aversión relativa a tomar riesgos y por tal razón está dispuesta a descontar más fuertemente el futuro y a pagar primas mayores por obtener valores presentes. La firma B, en cambio, tiene expectativas de un futuro menos incierto y por lo tanto está dispuesta a pagar una prima menor por descontar valores futuros al presente.

Puede observarse que aún en el hipotético caso que ambas firmas partieran del mismo "nivel tecnológico inicial" -representado en el gráfico por T_0 común a ambas- la firma A, caracterizada por una mayor "aversión al riesgo", constantemente gastaría menos que la firma B en "mejorar" y "adaptar" el producto y/o el proceso, y tendería al cabo del tiempo a una situación estacionaria de largo plazo caracterizada por un "nivel tecnológico" menor al eventualmente alcanzado por la firma B.

A pesar de que, quizás no deberíamos hacerlo, la tentación de identificar a la firma A con una empresa nacional y a la firma B con la subsidiaria local de una corporación internacional, es una tentación difícil de resistir. Creemos que pueden localizarse fuerzas de índole diversa -particularmente financieras y tecnológicas- que actúan debilitando la posición relativa de firmas locales respecto a subsidiarias de corporaciones extranjeras que operan en sus mercados, (25) y que, aún cuando no se trata de una cuestión universal y de necesidad lógica, el supuesto de que una firma nacional enfrenta un mayor riesgo y por lo tanto descuenta más fuertemente el futuro de una empresa competidora filial que una firma internacional, constituye un supuesto aceptable en diversas ramas de la industria manufacturera. (26)

En tales circunstancias el modelo permite agregar una más a la larga lista de razones que normalmente se aducen para "explicar" la diferencia relativa de eficiencia de firmas nacionales respecto a sus competidoras extranjeras. Es interesante observar que también nos señala posibles instrumentos de política económica con los que actuar en este contexto, aspecto sobre el que pensamos incursionar más adelante en un trabajo futuro.

Conclusiones

Secciones previas de esta monografía han elaborado en torno a varios temas centrales en nuestra presente investigación. Recapitulemos.

I

Hemos argumentado, por una parte, que el conglomerado de lo que modernamente se mide como Gastos en Investigación y Desarrollo agrupa dos

tipologías de investigación que es imprescindible aislar a los fines analíticos, por cuanto la poca evidencia empírica disponible indica que:

"Outside defense and space related R & D, and possibly some segment of the civil electronics and chemical industries, the bulk of corporate R & D is modest design improvement work not reaching very far -the type of work which results in yearly changes in automobile design, gradual improvements in refrigerators and vacuum cleaners, . . . rather than radically new products or processes. The author's interviews with executives indicate the concentration of corporate R & D activity on the more modest improvements, as does the emphasis on short pay-back periods in choosing projects, for far-reaching development typically have a long gestation". (27)

"Most of the projects do not involve very great technical risks. In about three fourths of the cases, the estimated probability of technical success exceeds .80". (28)

Parece razonable suponer, y así lo hemos hecho a los efectos de plantear el modelo desarrollado en la Sección 3a., que la I y D "adaptativo", efectuado dentro del marco de un diseño dado de planta y/o producto, y cuyo propósito es el de "mejorar" y "adaptar" procesos y/o productos en función de circunstancias propias de la posición competitiva de la firma en el corto y medio plazo, constituye un género de actividad inventiva sujeta a leyes económicas diferentes de las que se supone que gobiernan la actividad de I y D dirigida a la gestación de procesos y/o productos radicalmente "nuevos". En particular, la primera de dichas formas de actividad inventiva implica menores costos de investigación, períodos más cortos de maduración y recuperación de gastos, y grados de aleatoriedad considerablemente menores.

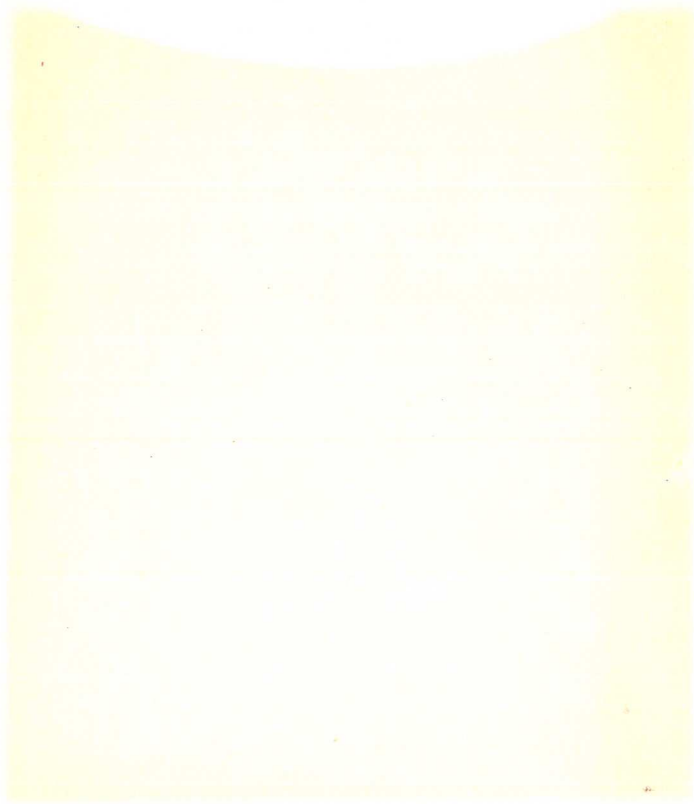
II

Partiendo del supuesto de que existe un cierto "efecto de saturación" respecto al gasto en I y D "adaptativo", hemos derivado la estrategia óptima de la firma en lo que a tal gasto se refiere. Esta comienza con gastos relativamente más fuertes en los períodos iniciales y luego va decreciendo continuamente a medida que T se acerca a su nivel de equilibrio estacionario de largo plazo.

III

A través de un ejercicio simple de dinámica comparativa hemos tratado de estudiar el comportamiento óptimo de dos firmas que parten de situaciones iniciales idénticas pero que operan con diferentes tasas de preferencia intertemporal, mostrándose que aquella con "mayor aversión al riesgo" permanentemente gasta menos en servicios de I y D "adaptativo", y tiende hacia una situación estacionaria de largo plazo caracterizada por un "nivel tecnológico" menor al alcanzado por la otra empresa.

RECEIVED
MAY 19 1964
LIBRARY OF THE
BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS
WASHINGTON, D. C.



Biblioteca Di Tella

