

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

**PROGRAMA DE
DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

MONOPOLIO NATURAL DINÁMICO

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN ECONOMÍA
PRESENTA
LEONARDO DAVID TENORIO MARTÍNEZ**

DIRECTOR: DR. ELVIO ACCINELLI GAMBA

Ciudad de México

23 de abril de 2012

Dedico el presente trabajo a todas aquellas personas, como mis padres, familiares, compañeros, amigos y profesores, quienes directa o indirectamente me han ayudado a encontrar la inspiración, el conocimiento y las fuerzas para poder concluirlo.

Ciudad de México, a 23 de abril de 2012.

INDICE

	Pág
CAPÍTULO UNO	
INTRODUCCIÓN	
1.1 Introducción, justificación y objetivos	5
CAPÍTULO DOS	
TEORÍA ECONÓMICA DEL MONOPOLIO	
2.1 Introducción	14
2.2 Teoría clásica del monopolio	14
2.2.1 El Monopolio. Una revisión teórico histórica	14
2.3 Factores determinantes de los monopolios	18
2.3.1 Restricciones legales	18
2.3.2 Control de la oferta de insumos y/o factores de la producción	20
2.3.3 El crédito como generador de oportunidades monopólicas	21
2.3.4 La producción a gran escala	22
2.4 La formación de los precios en el monopolio	25
2.5 Condiciones para la existencia del monopolio natural	29
2.5.1 Sostenibilidad del monopolio y la subaditividad de costos	30
2.6 Regulación de los monopolios	36
2.6.1 Formas de regulación	37
2.6.1.1 Impuestos al beneficio	37
2.6.1.2 Impuestos de cuantía por unidad de producto	37
2.6.1.3 Impuestos <i>ad valorem</i>	39
2.6.1.4 Regulación de la tasa de beneficios	39
2.7 Eficiencias económica y poder de mercado	40
2.8 El monopolio progresista	44

2.9 El monopolio natural versus las leyes antimonopolio	46
--	-----------

CAPÍTULO TRES

PROGRESO TECNOLÓGICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

3.1 La tecnología y el progreso tecnológico	50
3.2 Economía y cambio tecnológico	54
3.2.1 El Conocimiento y la innovación	54
3.2.2 Mecanismos que dinamizan la innovación según Labini	59
3.3 La teoría económica, el crecimiento económico y la innovación	62
3.3.1 Introducción	62
3.3.2 La escuela neoclásica y el crecimiento económico	65
3.3.2.1 El modelo de <i>aprendizaje por ejecución</i>	73
3.3.2.2 Dos conclusiones del aprendizaje por ejecución	81
3.3.3 La escuela “nuevas teorías del crecimiento” y el crecimiento económico	83
3.3.3.1 La innovación y la competencia	83
3.3.4 La escuela de la “teoría evolutiva” y el crecimiento económico	89

CAPÍTULO CUATRO

UN MODELO DE MONOPOLIO NATURAL DINÁMICO

4.1 Introducción	95
4.2 Monopolio natural	98
4.3 El cambio tecnológico	100
4.4 El crecimiento de la población en el largo plazo	102
4.5 Permanencia del caso clásico	103
4.5.1 El Monopolio natural sustentable con cambio	

tecnológico exógeno	104
4.5.2 El Monopolio natural sustentable con cambio tecnológico endógeno	105
4.5.3 Un ejemplo numérico	108
4.6 CONCLUSIONES	110

CAPÍTULO QUINTO

EL MONOPOLIO NATURAL DINÁMICO Y LA ESTRATEGIA

5.1 Introducción	112
5.2 El monopolio y la estrategia	113
5.3 El monopolio en situación estática	114
5.3.1 Los equilibrios del modelo más simple	114
5.4 El monopolio en situación dinámica	115
5.4.1 El monopolio amenazado	115
5.4.2. El Juego dinámico	119

CAPÍTULO SEIS

CONCLUSIONES

123

ANEXOS

Anexo 1	124
Anexo 2	127
Anexo 3	143

BIBLIOGRAFÍA

151

Capítulo UNO

INTRODUCCIÓN

1. 1 Introducción, justificación y objetivos

En las últimas décadas, muchas de las economías del mundo, siguiendo lo indicado por el *Consenso de Washington*, se han visto envueltas en un proceso de privatización de sus empresas públicas. Empresas que en su momento se crearon con objeto de facilitar el proceso de industrialización de sus países en áreas y sectores estratégicos, como el energético, las aerolíneas, las comunicaciones, infraestructura, entre otros, entre las décadas de los ochenta y noventa serán fuertemente cuestionadas a través de los lineamientos establecidos por el dicho consenso. Entre otras cosas, se objeta la existencia de grandes empresas públicas por las distorsiones que generaran al ejercer su poder sobre los mercados perjudicando a otros agentes económicos.

La aceptación y aplicación de las medidas, promovidas por este consenso, se efectuaron casi sin trámite en un gran número de países y áreas económicas de América Latina y del mundo debido a la presión que ejercían sobre éstos sus promotores, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial.

El proceso de industrialización, que en América Latina se inició en la década de los cuarenta, con una preponderante participación del estado, permitió la conformación de grandes empresas monopólicas, prolongando su existencia hasta bien entrada la década de los ochenta. Esos inicios significaron para la nación la necesidad de financiar y administrar grandes empresas en sectores muy importantes como el energético, de comunicaciones y transportes, de distribución y abasto de agua, telefonía, infraestructura, etc., con fuertes inversiones y beneficios en el mediano y largo plazo, lo que representó amplios efectos positivos tanto para otras industrias como para la sociedad en general.

La iniciativa privada nacional, en aquel momento, era incipiente como para poder incorporarla al proyecto de desarrollo nacional, mientras que la extranjera estaba imposibilitada para emprender cuantiosas inversiones en mercados poco consolidados como los de nuestros países, por lo que la única vía para su

implementación fue la inversión pública, quien valiéndose de una combinación de factores internos y externos logró el desarrollo y consolidación de dichas empresas, logrando el impulso industrializador con la construcción y/o expropiación de plantas generadoras de energéticos, así como de carreteras, puertos y aeropuertos, presas, además de la consolidación del sector primario¹.

En cuanto a la iniciativa privada, ésta tenía otros factores de rechazo para invertir en esos sectores, como son las barreras de entrada y salida debido a las grandes inversiones y a los altos costos fijos iniciales que estas industrias requerían.

A finales de los 80 y con la cada vez mayor anuencia de gobiernos y especialistas, la liberalización económica mundial fue fortaleciéndose, a la par de la liberalización de los mercados de capitales, de producción y consumo, con lo que las empresas monopólicas comenzaron a ser más atractivas y codiciables para el capital privado. La consolidación de los mercados de esas empresas eran un hecho, por lo que las reformas que proponía el *Consenso de Washington* no hacían más que generar la necesidad de trasladar la administración de las empresas públicas al sector privado nacional o extranjero sin amplios cuestionamientos ni propuestas alternas.

Para tener un efecto más consistente, las medidas hacían énfasis en los probables efectos benéficos en términos del crecimiento económico y bienestar social que alcanzarían las economías en vías de desarrollo al promover políticas económicas que facilitarían el proceso de privatización, sin la ayuda de ningún tipo de mecanismo o criterio de evaluación que permitiera definir la mejor estrategia para determinar lo que ofrecía mayor beneficio social. Su objetivo se limitaba a que los monopolios pasaran al sector privado, a la par de abrir los mercados nacionales a la competencia internacional suponiendo que con esto los mercados alcanzarían un grado mayor de eficiencia con un impacto positivo en el bienestar de esas sociedades.

Las razones esgrimidas para la privatización fueron mínimas pero contundentes y ampliamente conocidas a través de la literatura económica del tema, esto es, la

¹ Para ahondar en el tema de la industrialización en América Latina vea: Furtado (1969), Cárdenas, Ocampo y Thorp (2003) y Cárdenas (1987).

pérdida de bienestar social que provocan la existencia de empresa únicas en los mercados, al extraer una mayor proporción del excedente del consumidor a través de los altos precios que suponían la producción por parte de empresa no competitivas, lo que además provocaría una menor demanda con bienes y servicios más caros (y de mala calidad), a los que sólo pueden acceder un número limitado de consumidores.

Dichas razones eran de sobrado conocimiento, ya que desde Aristóteles² la existencia de monopolios y los efectos que su existencia tenían son bien conocidos; no obstante, desde esos tiempos y a la fecha la ciencia económica ha venido profundizando su conociendo sobre el tema, a fin de entender la importancia y trascendencia que los monopolios tienen para la sociedad. Es cierto, como se describía antes, que los monopolios pueden generar perjuicios en la sociedad, pero también deberá ser válido hacer diferenciaciones entre aquellos que buscan ser competitivos a partir de la implementación de tecnologías y los que no. En otro sentido, será necesario evaluar también la existencia de cuanto se produce, lo que de otra forma no existirían, generando una gran pérdida para la sociedad, aun cuando los precios sean elevados, ejemplos evidentes de ésta situación son los nuevos medicamentos para enfermedades incurables; o cuando el tamaño de los mercados no permite la existencia de más de una empresa, so *pena* de tener precios mucho más elevados o de tener que incorporar algún subsidio.

El incentivo de inventar deviene de la capacidad que se tendrá de explotar exclusivamente, aunque por un tiempo limitado, lo que se inventa, situación que también es parte de la libre empresa capitalista. Adam Smith, quién comprendió la importancia de los monopolios, identifica, a través de un ejemplo, los efectos favorables y adversos de los éstos.

“Cuando una compañía de comerciantes emprende por su cuenta y riesgo el establecimiento de relaciones mercantiles con alguna nación bárbara y remota, no es cosa fuera de razón incorporarla bajo el título de sociedad por acciones y conferirle, en caso de éxito, el monopolio del comercio durante cierto número de años. (...) Un monopolio temporal de esta especie puede muy bien justificarse conforme a los mismos principios que confiere un

² Aristóteles (1951:20)

privilegio exclusivo al inventor de una máquina nueva o al autor de un libro.”
(Smith, 1776:667).

Lo que sugiere la necesidad de evaluar bajo qué condiciones es conveniente la existencia de monopolios, a fin de contar con los hallazgos y descubrimientos hechos por sus promotores, pero considerando que su situación de privilegio no puede ser ilimitada ni durar para siempre, sobre todo cuando sus descubrimientos e innovaciones no son consecutivos. Por lo que de forma natural o a partir de la competencia se debería prever que dicha situación tienda a desaparecer en el tiempo.

Cabe mencionar que de las ideas de Adam Smith al respecto, también se puede intuir una paradoja entre el monopolio y su persistencia en el tiempo, ya que en un principio, cuando las empresas y/o los emprendedores desarrollan alguna innovación, con el fin de que este proceso no se vea obstaculizado, requerirán de la certeza de que podrán disfrutar de los frutos de su innovación, por lo menos por algún tiempo, lo que se entienda como el pago a su aportación a la sociedad en términos de nuevo conocimiento y mayor bienestar. Sin embargo, pasado un tiempo que se considere razonable para resarcir de forma económica su aportación, el conocimiento generado deberá pasar a forma parte del conocimiento general, del cual ya no podrá recibir mayores beneficios que los ordinarios.

En caso de no existir dentro del sistema una institución que expresamente se encargue de determinar cuál es ese lapso de tiempo, el propio sistema, en el tiempo, deberá lograrlo. La libre empresa jugará un papel preponderante en este sentido, permitiendo que más agentes económicos puedan hacer uso de ese conocimiento a fin de competir con las empresas monopólicas.

Que pueda haber más de una empresa que produzca un bien y/o servicio, sería uno de los objetivos que tendría que alcanzar un planificador económico, proporcionando así una mejoría en términos del bienestar de la sociedad, no obstante su rol no terminaría allí, ya que también tendría que velar por el interés de la empresa que se esfuerza en ser competitiva en el tiempo.

La paradoja entonces se encontrará en la decisión que deberá tomar el planificador sobre cuándo deberá de dar por terminados los beneficios extraordinarios, sin que esto afecte el proceso de generación de nuevas ideas, inventos e innovaciones, pero que tampoco afecte de manera permanente a los consumidores y a la sociedad en general.

Ya lo preveía también Smith al expresar que:

“Cuando el monopolio es perpetuo sobre todos los demás miembros de la nación, quedan absurdamente gravados por dos conductos distintos: el primero, en virtud del elevado precio de las mercancías, que se comprarían más baratas si reinase la libertad de comercio; y el segundo, por su total exclusión de una rama de negocios, cuya explotación pudiera ser conveniente y beneficiosa para muchas.” (Smith, 1779:667-8).

Así, el planificador o los encargados de las políticas económicas, tendrán la tarea de identificar cuándo y por qué intervenir en éstos mercados, a fin de no afectar negativamente el proceso de destrucción creativa que Schumpeter (1942) previa.

Siguiendo la teoría clásica del monopolio, esto significa ingresos excedentes para la empresa, así como precios más altos para los consumidores, junto con una oferta más restringida de producto; no obstante que la empresa estará justificando su existencia y condiciones a partir de las aportaciones que hace tanto del producto y/o servicios tangibles como de conocimientos que pone a disposición de la sociedad. Es decir, los monopolios estarán generando una pérdida de bienestar social por la redistribución del ingreso que supone su existencia, pero a su vez traerán beneficios de forma doble, por la generación de bienes y servicios que de otra forma tal vez no existirían y por la aportación de conocimientos que estarán disponible tarde que temprano, dependiendo de los tipos de sistemas de derechos de propiedad intelectual (DPI) vigentes en cada sistema económico. Por tanto, una parte, que puede ser mayor o menor, de la pérdida social que supone la existencia del monopolio, podrá ser compensada por esos dos hechos.

Si dichos efectos, de pérdida y ganancia social, al compararlos no se compensan entre sí, entonces tendremos que cuestionar de forma más severa la existencia de ese tipo de empresas y controlarlos a través de los sistemas de DPI, de otra forma la sociedad deberá aprovechar los aportes generados, en tanto que el monopolio

deberá asociar su dinámica productiva con el cambio tecnológico con el propósito de mantenerse como tal, o de lo contrario sucumbir ante la competencia.

Williamson (1968) al respecto establece que las condiciones de poder de mercado pueden ser compensadas por la eficiencia con que actúan las empresas, es decir, que la pérdida social por la presencia del peso muerto en mercados monopolísticos pueden ser compensada e incluso sobrepasada por un ahorro en costos, producto de la mayor eficiencia del monopolio, lo que justificaría su existencia y no sólo eso, sino que con su aportación, Williamson obtiene parámetros de comparación y métodos de decisión para determinar el efecto que tiene un monopolio en la sociedad.

Por otro lado, considerando una nueva idea sobre la concepción del monopolio, que no necesite de evidencia para probarla (por lo menos inicialmente), pensemos en un tipo de mercado con tamaño tal que no soporte a más de una empresa para satisfacer su demanda, y que al tratar de beneficiar a los consumidores se permita la entrada de al menos una empresa. El resultado será contrario al buscado si, conduciéndonos como dicta la teoría monopolística tradicional, se permite la entrada de la competencia rompiendo con el monopolio natural, resultando en un aumento de los precios y con ello en una disminución del bienestar social. Otra solución sería la incorporación de un programa de subsidios, lo que generaría un aumento de impuestos para pagar el subsidio, lo que afecte de nueva cuenta al bienestar social. En suma la mejor solución sería la no intervención de los mercados monopolísticos naturales.

Considerando ahora la estructura de competencia actual, la que se enmarca en un contexto de globalización y liberalización económica y supone la competencia no sólo entre empresas (competencia inter-empresarial) sino también hacia dentro de las empresas (competencia intra-empresarial), se transforma la concepción de empresas, mercados e industrias, al promover, a partir de la mejora continua, mayor eficiencia que les permita competir con otras empresas o agentes o de lo contrario sucumbir ante el avance del conocimiento, la innovación, la competencia y los mercados.

En este sentido, el error más frecuente, cometido por las empresas y las personas, es creer que el éxito presente continuará en el futuro inercialmente, cosa que si se cree fielmente podrá provocar un fracaso futuro. Schumpeter fue el primero en entenderlo. Bill Gates, uno de los hombres más ricos del mundo y dueño del monopolio más exitosos de los últimos tiempos, lo explica de la siguiente forma: "El éxito es un profesor malísimo. Seduce a las personas inteligentes y las lleva a creer que no pueden perder. También es una guía poco fiable para el futuro. Lo que parece ser el plan de negocios perfecto o la última tecnología, puede estar, dentro de poco, obsoleto" (Gates, 1996:35); lo que permite intuir que las empresas con algún tipo de éxito en el corto plazo deben, si desean continuarlo en el largo plazo, conectarse con procesos constantes y sistemáticos de adaptación al cambio e innovación, por lo que alcanzar el éxito implica más que una actitud estática una dinámica, a fin de poder sostener dicha posición por un plazo más prolongado.

En este contexto, los monopolios innovadores, cuando buscan alargar su posición de privilegio, a partir del cambio tecnológico (lo que plantea algunas paradojas en términos de eficiencia y bienestar social, como veremos más adelante), no tendrían por qué ser asediados por parte de algún gobierno o autoridad económica, porque dicha actitud es principio fundamental del capitalismo, como lo son también la *libre empresa* y la *libertad de elección*, lo que hace al monopolista parte importante del sistema capitalista, quien premia o castiga a los agentes económicos según su comportamiento y capacidad de adaptación.

Ahora bien, considerando a los monopolios y su relación con los factores externos diremos que algunos requieren algún tipo de intervención para su existencia y otros que no, a los primeros los llamaremos *gubernamentales*, por requerir algún tipo de intervención del gobierno para su existencia como sistemas de patentes, licencias, etc., que sirva como barreras a la entrada, y aquellos que no lo requieran los llamaremos *de mercado*. Con esta división tendremos que nuestro trabajo se concentrará en el análisis de los monopolios de mercado, a los que agregaremos a la variable tiempo como elemento de análisis para determinar qué pasa en el largo plazo con éste tipo de empresas.

Como veremos a lo largo de los capítulos, la sostenibilidad de una empresa monopolista, en el largo plazo, implica considerar las variaciones en ciertos factores o elementos como el cambio en la demanda, la tecnología, los conocimientos, la creación de bienes sustitutos, etc., ya que esos pueden interrumpir la permanencia de las empresas en sus mercados de forma parcial o total cuando no logran adaptarse a las condiciones cambiantes de los mercados por efectos internos o externos al sistema económico. Esto implica que los monopolios para mantenerse como tales en el largo plazo deben de ser de naturaleza pro-activa, lo que implica una actitud de adaptación al cambio del medio, a fin de establecer la mejor estrategia hoy, para el futuro.

En concreto, el propósito de este trabajo será analizar el caso de aquellos monopolios que logran su permanencia y sostenibilidad en sus mercados en el largo plazo, a partir de desarrollar prácticas de análisis y adaptación al cambio y procesos de innovación. Un tipo de monopolio que no sólo se adapta a la situación de cambio en el tiempo, sino que alienta esa situación como mecanismo de defensa para limitar la capacidad de entrada de las demás empresas "competidoras"³, puede, según creemos, mantener su condición de empresa única en el mercado, por lo que trataremos de demostrar que esta situación es posible a partir de la construcción de algunos modelos dinámicos.

Si bien es cierto que el cambio tecnológico y la innovación son parte inherente de la historia de la humanidad, también es cierto que en las últimas décadas se ha logrado que éstos se produzcan con mayor intensidad y rapidez, no obstante, en las economías latinoamericanas la innovación y el cambio tecnológico no se han logrado desarrollar óptimamente, lo que ha permitido que en muchas ocasiones impere el poder político por sobre la innovación, perpetuando así las rentas de los que ostentan el poder político y con ello permitiendo mantener sin cambio la forma en cómo se distribuye el ingreso, como lo reconoce Acemoglu (2000), situación que alienta el estudio de lo que pasa con los monopolios cuando incorporan o no el cambio tecnológico y la innovación.

³ Si bien es cierto que al hablar de un monopolio se supone que sólo existe una empresa, también será cierto que existirán empresas que estén esperando la oportunidad para entrar al mercado y quedarse con una porción del mismo, por lo que a esas empresas las estaremos definiendo así.

El trabajo se desarrollará en cuatro capítulos, en los dos primeros se desarrollará el marco teórico en el cual se abordarán los temas relacionados con el monopolio como las condiciones para su existencia, la maximización de sus beneficios, la formación de precios, el monopolio natural y su existencia y la regulación del monopolio. Además se incluirán otros temas relacionados al modelo como el cambio tecnológico y el crecimiento económico, las funciones de costos, la distribución del ingreso, etc., a fin de explicar y justificar su introducción en el modelo. En el cuarto capítulo presentaremos un modelo de monopolio natural dinámico, el cual incluye algunas variantes para su construcción, junto con algunos comparativos y conclusiones parciales, por último, se desarrollará un modelo construido a partir de la teoría de juegos, el cual pretende destacar las estrategias que se presentan en un mercado monopólico, lo que resultará de interés para el análisis de los mercados monopólicos puros en el largo plazo.

Capítulo DOS

TEORÍA ECONÓMICA DEL MONOPOLIO

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo nos concentraremos en la construcción de un marco teórico que nos permita ubicar una definición del monopolio natural dinámico. Iniciaremos con la presentación de la teoría clásica del monopolio, las condiciones para que éste pueda maximizar sus beneficios, la formación de precios y las condiciones para que se pueda sostenerse en su mercado de forma natural, así como los efectos que se tendrían en caso de no mantenerse.

El tema de la regulación de los monopolios, la eficiencia económica y el poder de mercado y los monopolios tecnológicos también serán considerados, a fin de profundizar en el tema de la capacidad de sostenibilidad y las implicaciones que esto tiene sobre el bienestar social y la política económica.

2.2 TEORÍA CLÁSICA DEL MONOPOLIO

2.2.1 El monopolio. Una revisión teórico histórica

Es importante señalar que no intentaremos agotar todos los temas relacionados con el monopolio, sino sólo aquellos que consideremos de utilidad para los objetivos y alcances del presente trabajo.

El monopolio como ente económico ha estado presente desde mucho antes de la conformación de las sociedades precapitalistas. Aristóteles, refiriéndose a éste, nos describía como Tales de Mileto, en su calidad de filósofo y sabio de su época, pudo lograr hacerse de una cuantiosa fortuna no sólo gracias a sus conocimientos filosóficos, sino también al conocimiento mismo de la ventaja que da ser el único proveedor de algún bien o servicio.⁴ Adam Smith (1776) no sólo hizo referencia del

⁴ Aristóteles () define a las prácticas monopolísticas como un principio general que ya era conocido y utilizado desde su época, conocimiento que utilizó Tales de Mileto para demostrar que la filosofía y

perjuicio que trae consigo la existencia de un monopolio perpetuo sino también lo acotó, previendo situaciones en las que será preferible tener el bien o servicio proveído por un monopolio que no tenerlo, ya que esto último podría generar una mayor pérdida de bienestar para la sociedad.

Robinson (1968) por su parte, se ocupó del concepto de monopolio considerando los casos que podrían ser ambiguos para la declaración de su existencia, refiriéndose a éste en términos de la elasticidad precio de la demanda, de la siguiente forma: "El poderío de un monopolista reside en su capacidad para elevar sus precios sin ahuyentar a todos sus clientes. El grado en que pueda elevarlos depende de la elasticidad de la demanda⁵ de sus productos, y esta, a su vez, de la medida en que existen sucedáneos de los artículos que produce." (Robinson 1968: 20). En este sentido, la empresa monopólica, está definida como tal a partir de las condiciones de mercado, es decir de la pendiente de la demanda de éste, lo que le permitirá aumentar los precios y aun así contar con consumidores, siempre y cuando no existan bienes sustitutos que inhiban la demanda.

La elasticidad de la demanda está estrechamente relacionada con el concepto de excedente del consumidor, el cual hace referencia a "la cantidad de dinero que sería necesario dar al consumidor para hacer que renuncie a todo su consumo (del bien)" (Varian 2004:259)⁶. Donde una baja elasticidad implicará que el excedente del consumidor sea alto, por lo que el consumidor estará apreciando sobremanera al producto y pagará el precio aunque sea muy alto. La no existencia

el amor a la sabiduría nos puede ayudar a obtener riqueza y que Aristóteles recuerda de la siguiente forma:

"como la gente le echaba en cara su pobreza y le achacaban que la filosofía era improductiva, previó (Tales de Mileto) gracias a sus conocimientos de astronomía, cuando todavía era invierno, la cosecha que producirían los olivos y, como tenía un poco de dinero, se aseguró mediante fianzas el arrendamiento de todos los molinos de aceite de Mileto y de Quíos, por muy poco, ya que no tenía ningún competidor. Cuando llegó el momento oportuno y muchos acudieron a la vez apresuradamente en busca de molinos, los arrendó en las condiciones que quiso y, reuniendo mucho dinero, demostró que es fácil para los filósofos enriquecerse si quieren, pero que no se afanaban por ello" (Aristóteles, cap 12).

⁵ Si disminuye el precio, la demanda puede incrementarse poco o mucho. Si determinado descenso pequeño del precio (por ejemplo, de 2%) conduce a un aumento proporcional de la demanda (es decir, 2%), decimos que la elasticidad de la demanda es igual a la unidad. Cuando el porcentaje en que crece la demanda es mayor que el porcentaje en que desciende el precio, decimos que la demanda es elástica; cuando es menor, inelástica (nota del autor).

⁶ otra forma de interpretarlo es como la diferencia entre el precio del bien y el valor más alto que el comprador estaría dispuesto a pagar por tener el bien.

de sustitutos cercanos paliará la inelasticidad de la demanda, mientras que la alta elasticidad de la demanda supone un excedente del consumidor con amplios sustitutos cercanos que limitan la manipulación del precio por parte de las empresas. Por tanto, la sostenibilidad del monopolio requerirá de una elasticidad precio de la demanda baja, en conjunto con un número de bienes sustitutos igual a cero.

Un caso ambiguo, que sin ser monopolístico puede fungir como tal, se da cuando un conjunto limitado de empresas en un mercado particular actúa como monopolio, coludiéndose para determinar un precio más alto que el que existiría si estuvieran en condiciones competitivas y lograr un mayor control de la oferta del bien así como de los sustitutos; otro podría ocurrir cuando, existiendo muchas empresas, y una gran empresa que tiene la capacidad de producir el mayor porcentaje de la demanda, lo que resulta en un caso semejante al anterior si la gran empresa define un precio que las otras tomarán como dado. Por lo que ésta abastecerá a la mayoría del mercado, dejando una pequeña parte para las otras empresas. Labini (1966:20) al respecto nos dice que puede no estar muy concentrado el mercado y aun así no encontrarse en situación de competencia, debido a una gran diferenciación de productos o por a la subdivisión del propio mercado en pequeños mercados locales. Por el contrario, una industria fuertemente concentrada en empresas monopolísticas u oligopólicas puede entrar rápidamente en competencia si los productos son fácilmente sustituidos o copiados. Lo que confirma, por un lado, la dificultad de definir a los mercados como monopolísticos o no, y por otro, permite la gran dinámica existente en los mismos, lo que refuerza dicha dificultad.

Con el concepto de poder de mercado, que es el grado en que un mercado está controlado por una o más empresas a partir de su capacidad de producción y de imponer barreras a la entrada. Es Lerner quien propone un índice para medir el grado de poder de mercado, conocido como índice de monopolio o de poder de mercado de Lerner⁷, el que relaciona al costo marginal y al precio para determinar

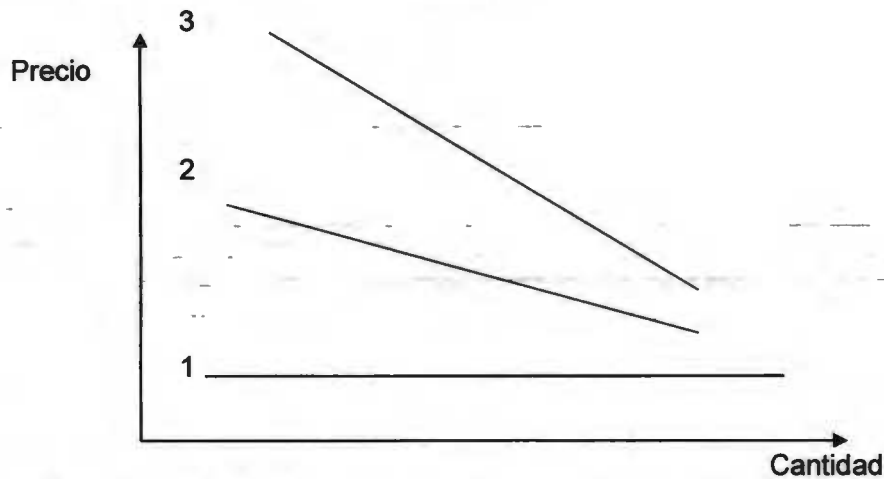
⁷ El índice de poder de mercado de Lerner observar la capacidad de las empresas para establecer el precio en algún mercado; esto es que cuando el precio socialmente óptimo (de competencia) sea igual al costo marginal, estaremos en situación de mercado competitivo, pero a medida que la

el grado de poder de mercado de una empresa, con la diferencia existente entre los dos conceptos. El índice quedará definido como sigue:

$$\text{Índice de Lerner} = P - \frac{Cmg}{P} = \frac{1}{\epsilon_{QP}};$$

Donde *Cmg* es el costo marginal y *P* es el precio. Este índice nos permite también, mediante alguna manipulación matemática, considerar la elasticidad precio de la demanda a fin de definir el poder de mercado, teniendo que a medida que la elasticidad aumenta, las empresas tendrán menos poder de mercado y viceversa. Gráficamente podemos ver la relación entre la elasticidad precio de la demanda y el poder de mercado como sigue:

Gráfica 1



Donde las curvas de la anterior gráfica representan diferentes grados de elasticidad, una de pendiente nula y dos más con pendientes negativas pero diferentes entre sí. La curva 1 ejemplifica la demanda que enfrentan las empresas en competencia perfecta, donde el ingreso marginal es igual al precio y éste último se mantiene fijo por lo que las empresas serán *precio aceptantes*. La curva 2 es típica de un mercado de oligopolio con sólo algunas pocas empresas. La curva 3 es tiene una pendientes mayor en términos absolutos, la cual se ajusta a la curva de demanda de un mercado monopolista, ya que la elasticidad precio de la

diferencia entre estos dos se amplíe, el poder de mercado de la empresa aumentará proporcionalmente. Para una discusión más amplia ir a Lerner, Abba (1934).

demanda es lo suficientemente inelástica como para que altas variaciones en el precio no impliquen grandes disminuciones en la demanda del producto, por lo que el monopolista escogerá aquel precio que le permita maximizar su beneficio, es decir donde el ingreso marginal sea igual a su costo marginal.

La elasticidad precio de la demanda, puede estar afectada por factores internos y externos a la empresa y a la industria. Robinson (1968:52) resume en cuatro los factores que afectan a los monopolios:

“1) Prohibición legal; 2) control por el monopolista de la oferta de algún factor de la producción necesario; 3) el ‘crédito mercantil’ de otras empresas que la empresa nueva tiene que vencer para poder vender sus productos; 4) la dificultad o imposibilidad de ingresar en pequeña escala a una industria que, para que la manufactura y la venta resulten eficientes, exige producción en gran escala.”

Dichos factores entrañan situaciones relacionadas con monopolios gubernamentales como el factor uno o de mercado como los otros tres factores. Profundizar en estas situaciones nos permitirá clarificar algunos conceptos relacionados, lo que haremos a continuación.

2.3 FACTORES DETERMINANTES DE LOS MONOPOLIOS

2.3.1 Restricciones legales

Las restricciones legales de la existencia o no de un monopolio son tan antiguas como la formación de las primeras sociedades humanas, encontrándose evidencias desde muchos siglos antes de Cristo⁸. Hoy en día los sistemas legales están presentes en todo el mundo, aunque no con el mismo grado de desarrollo, a fin de proteger los inventos y las innovaciones de los actores económicos, pero también de limitar las acciones monopólicas de las empresas que afecten a la sociedad. Para el caso, los gobiernos, a través de organismos especializados para analizar las acciones de las empresas, son los encargados de construir las

⁸ Para una revisión cronológica más exhaustiva de los monopolios ver Shepherd (2003; cap. 1).

legislaciones⁹ necesarias para la protección de la propiedad intelectual e industrial, manifestándose en mecanismos como: franquicias públicas¹⁰, patentes¹¹ y derechos de propiedad industrial “copyrights”¹² y derechos de dominio¹³, los cuales generan para el beneficiario un monopolio, que puede estar limitado o no en el tiempo, y son conocidos como monopolios gubernamentales, porque para su existencia es necesaria la intervención de instancias de éste tipo.

Los sistemas de patentes y derechos de propiedad industrial están encargados de registrar los resultados de la actividad de investigación y desarrollo del sector industrial, a la par de formar y proteger a los bancos de información y conocimientos del sector, permitiéndole a la sociedad aprovechar el conjunto de conocimientos para ampliarlo, no importando que con ello se logren crear nuevos monopolios.

Los monopolios también obedecen a intereses de los gobiernos, quienes al buscar proteger algún sector de la intervención del capital privado nacional o extranjero por alguna causa lícita o no, restringen la entrada por decreto, estableciendo barreras de entrada a otras empresas, para que sea solo una empresa la que explote la producción del bien o servicio por tiempo ilimitado.

La intervención de los gobiernos, a través de los sistemas legales, ha pretendido mediar entre los monopolios y la competencia de mercados, dado que cada mercado puede presentar situaciones particulares que favorezcan la existencia de una u otra estructura de mercado. Por ejemplo, si se considera el tamaño del mercado a favor del monopolio, la ampliación del mismo en el tiempo estará en su contra porque el tamaño de la demanda varía en el tiempo, pudiendo afectar de

⁹ “Las economías emergentes han tardado más en desarrollar su potencial legislativo en esta dirección, más instrumentos como el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Industrial relacionados con el Comercio (el acuerdo TRIPs), de aprobación en la Ronda de Uruguay de 1994, intentan dar un impulso a la materia” (Alvarado, 2004:1).

¹⁰ Es un derecho que otorga el gobierno y permite, al beneficiario, proporcionar un bien o servicio determinado, impidiendo que otros puedan ofrecerlo.

¹¹ Es un derecho de exclusividad que le garantiza al inventor de un nuevo producto que pueda explotarlo industrialmente durante algún tiempo predeterminado (20 años es lo habitual).

¹² Es el derecho al que se hace beneficiario un autor por el resultado de un trabajo original.

¹³ Es el derecho que adquiere una empresa para poder obligar a los particulares a permitirle instalar alguna red para proporcionar algún servicio, esto es que empresas dedicadas a suministrar servicios como gas, electricidad, agua, transportes, teléfonos, etc., al obtener derechos de dominio, pueden instalar alguna red, no importando si esto afecta de alguna forma a particulares, porque no necesitarán el permiso explícito de cada uno de los afectados.

forma contundente al mercado; o si se le favorece por aspectos de innovación¹⁴ y cambio tecnológico, la competencia también tiene a su favor éste factor porque la innovación es un mecanismo promotor de la competencia, ya que “sufrir pérdidas puede constituir una manera más intensa de fomentar la invención económica, en el sentido de desarrollar métodos más baratos de hacer cosas” (Robinson, 1941:262); con lo que, para cada argumento a favor pueden existir otros en contra al inclinarnos hacia una u otra estructura de mercado, por lo que la intervención gubernamental tendrá como finalidad mediar entre los afanes de las empresas para evitar que sus decisiones afecten negativamente a la sociedad, sin que por ello limite la libre empresa y la innovación.

2.3.2 Control de la oferta de insumos y/o factores de la producción

Cuando alguna empresa tiene la capacidad de concentrar o controlar a por lo menos un insumo o factor necesario para la producción de un bien o servicio, alienta sus posibilidades de aumentar su poder de mercado hasta alcanzar, pudiendo incluso obtener una posición monopólica. Si la logra, entonces estará consiguiendo entrar al grupo de monopolios llamados de mercado, al no depender de ninguna intervención gubernamental.

Ejemplo de tal situación se puede encontrar en una empresa minera o extractiva que obtiene algún material que es el insumo indispensable para alguna o algunas industrias, lo que le podrá dar gran poder sobre aquellos mercados que dependen de dicho material. Si la empresa extractiva es la única posibilitada para obtener el material, el control de esas industrias será definitivo e incluirá a por lo menos dos mercados, el de la materia prima que es insumo para otro(s) mercado(s) y el de ese(os) mercado(s).

¹⁴ Hasta aquí hemos hablado mucho de innovación, pero no la hemos definido por lo que de acuerdo con el Manual de Oslo (2005), diremos que “la innovación consiste en la introducción, o la mejoría significativa de un producto (bien o servicio), de un proceso, de un método de comercialización, o de un nuevo método organizativo de las empresas”, “La empresa innovadora es aquella que ha implantado productos tecnológicamente nuevos o productos y procesos significativamente mejorados” (CONACYT, 2004).

Otro ejemplo menos evidente de control de un factor productivo son los sindicatos, quienes por el dominio que ejercen sobre el conjunto de trabajadores y su entrada a la empresa, pueden generar efectos monopólicos en las industrias, ya sean productivas o de servicios, y ejercer la suficiente presión como para lograr una redistribución del ingreso con efectos positivos hacia ellos y negativos para la sociedad en su conjunto.

En general, si una empresa logra controlar las fuentes de abastecimiento de insumos y/o materias primas de un mercado, entonces se comportará como un monopolista controlando el mercado donde se encuentra durante el tiempo que logre dominar el abastecimiento. Dicho control puede terminar si, en el tiempo por medio de actividades de I+D, se encuentra algún sustituto perfecto o imperfecto, lo que rompería la estructura monopólica de ese mercado.

2.3.3 El crédito como generador de oportunidades monopólicas

El crédito, visto como una posibilidad de desarrollar nuevos proyectos productivos y de que se difundan, deviene en otra categoría de monopolio de mercado muy eficiente cuando de nuevos proyectos y servicios se habla. Tener acceso a financiamiento interno y externo significa, para las empresas, ser exitosa comercialmente, lo que además de permitirle utilizar los recursos para difundir sus productos y servicios y desarrollar nuevas oportunidades de negocios, le ayuda a bloquear la posible obtención de recursos para posibles competidores.

Como ya había apuntado Labini¹⁵, la situación monopólica u oligopólica permite tener acceso a excedentes financieros, por lo que será casi obligado para esas empresas invertir en actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) a fin de mantener o aumentar su poder de mercado. Shepherd (2003:36), define al proceso de innovación de la siguiente forma:

“La innovación es dinámica, ocurriendo en el tiempo; aumentando el estado del arte, tal que más y mejores productos pueden ser conseguidos a partir de la misma cantidad de insumos... La tasa de innovación tiende a construirse sobre sí misma, creciendo geométricamente como el interés compuesto. Una sostenida tasa alta de innovación puede acumular altas ganancias extremas sobre una serie de años”.

¹⁵ Hacer referencia detallada.

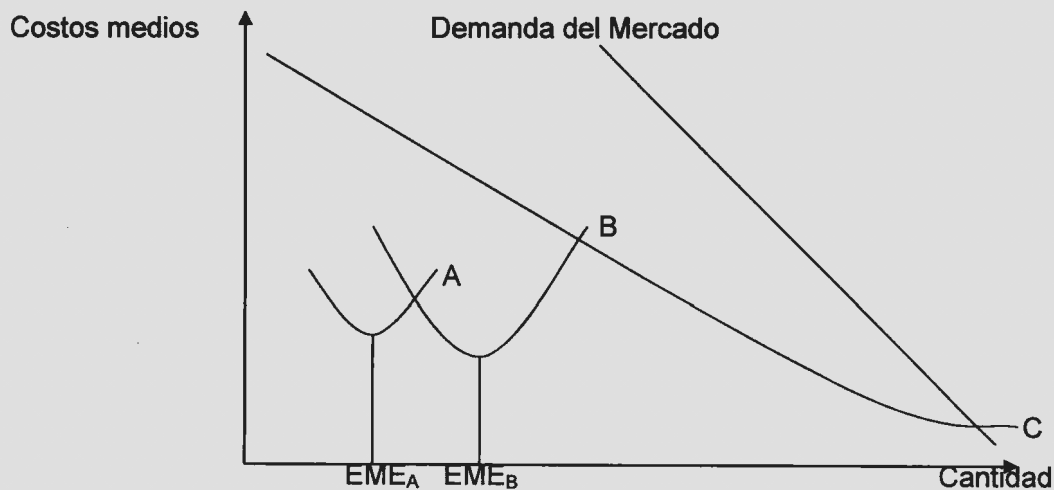
Pero también es sabido que la innovación involucra incertidumbre. El empresario deberá ser consciente de que las actividades de I+D+I, conllevan la posibilidad de obtener beneficios o pérdidas en su inversión; lo cual estaremos analizando con mayor detalle en el apartado de tecnología y cambio tecnológico más adelante.

Para el caso de la inversión en publicidad y propaganda es también parte fundamental del proceso de consolidación de la empresa, por lo que la competencia estará gustosa de bloquear los avances de las demás empresas sobre todo si esto le representa aumentar su poder de mercado.

2.3.4 La producción a gran escala

La producción a gran escala se tiene cuando una empresa no puede producir pequeñas cantidades de producto, porque las condiciones técnicas de producción no le permiten actuar de otra forma, ejemplo de esto son las fundidoras, las cuales por los costos que les ocasiona iniciar la producción, no conciben pequeñas cantidades de fundición, sino por el contrario deben de mantener la producción masiva y constante a fin de disminuir los costos:

Gráfica 2



La producción a gran escala, relaciona el concepto de economía de escala, que expresa la disminución de los costos a medida que la producción aumenta.

Gráficamente este concepto se explica por una curva de costos medios con pendiente decreciente conforme la producción aumenta, pudiendo variar en grado y alcance.

El punto más bajo de una curva de costos medios se conoce como escala mínima eficiente (EME), la cual tendrá una forma de U, siendo esa EME la parte más baja de la curva, considerado el mejor nivel de producción (ver en la gráfica). A medida que la empresa decida aumentar la producción, ésta entrará en deseconomías de escala por el aumento en los costos de producción que esta decisión conlleva, dado el aumento de costos por unidad de producción.

La estructura de costos será el factor que determine el tipo de economía de escala a la que se enfrenta cada empresa. Estos conceptos se pueden observar en la gráfica anterior.

La curva de costos medios *A*, hace referencia a una empresa muy cercana a un mercado de competencia perfecta, por tener una EME muy corta. La curva *B* está más relacionada a un mercado oligopólico por ser más amplia y tener una EME más profunda. Por último, la curva *C* muestra economías de escala extremas, directamente relacionadas con el caso de monopolio puro o natural, sin espacio para alguna otra empresa. Dada la importancia de este caso, dejaremos para más adelante un análisis más profundo.

Las economías y deseconomías de escala pueden ser explicadas por varios motivos como: la propia producción, la publicidad o la innovación. Coase (1937), hizo referencia a esa posibilidad considerando la capacidad que pueden tener las empresas para ser más eficientes, al integrar más actividades económica al interior de la empresa¹⁶ sin aumentar los costos de producción, o en el mejor de los casos disminuyéndolos. La mayor eficiencia sería el resultado de desarrollar más actividades económicas dentro de la empresa sin que el costo de realizarlas sea mayor que el precio al que se adquiere en el mercado. Si esto es posible, entonces la empresa entrará en un proceso de integración vertical, con efectos directos de aumento del poder de mercado.

¹⁶ Una actividad económica será cualquier actividad que realice alguna unidad económica para la que exista un mercado económico.

En general, Coase (1936:24-5) propone que las empresas pueden aumentar sus actividades económicas si cumplen con algunas de las siguientes condiciones:

- a) Cuanto menores sean los costos de organización y menos aceleradamente se incrementen, en presencia de un aumento de las transacciones organizadas;
- b) Cuantas menos probabilidades tenga el empresario de cometer equivocaciones y cuanto menos se incrementen los errores, cuando se produce un incremento en el número de transacciones organizadas.
- c) Cuanto más se desacelere (o menos se acelere) el precio de oferta de factores de producción a las empresas de mayor dimensión.

Las empresas, ante escenarios de éste tipo, deberán de ser lo suficientemente ambiciosas y eficientes para aprovechar las oportunidades que alude a una capacidad empresarial, organizacional y de decisión importante para aumentar su integración vertical y con eso el poder de mercado.

La integración vertical implica dos posibilidades, que se incorpore la actividad a partir de la adquisición de alguna empresa o que se incorpore como un proceso más, que realiza la empresa.

Ante un proceso de integración vertical¹⁷ o fusión¹⁸, el aumento de poder de mercado podrá ser una causa o un efecto; esto es que, si la empresa logra disminuir los costos, por efecto de una fusión o integración vertical, éste proceso será la causa de una mayor eficiencia, lo que le justificará el aumento del poder de mercado; sin embargo, cuando éste es un efecto de la integración o la fusión, la posibilidad de ser sancionada alegando prácticas monopólicas será altísima.

¹⁷ La integración vertical es el proceso de incluir en una empresa varias actividades económicas diversas, encaminadas a producir un bien o servicio, ejemplo de esto puede ser la empresa que organiza la producción de zapatos junto con todos los demás componentes necesarios para obtenerlos. La integración horizontal implica la producción de varios bienes relacionados entre sí, por ejemplo si estamos hablando de una empresa productora de lácteos, entonces ésta estará integrada horizontalmente si produce todos o la mayoría de los productos relacionados.

¹⁸ Se conoce como fusión al proceso de integrar en una sola a dos o más empresas de un mismo ramo o industria.

2.4 LA FORMACIÓN DE LOS PRECIOS EN EL MONOPOLIO

Las empresas en el proceso de maximizar sus beneficios, buscan mejorar su presencia en el mercado a fin de obtener una asignación de los recursos más beneficiosa, lo que implicaría, entre otras cosas, pasar de una situación de *precio-aceptantes*, como en la competencia perfecta, a ser *precio-decisoras*, o determinantes de los precios, situación que es más cercana a mercados oligopólicos o monopolísticos.

El monopolio, como ya hemos visto, se divide en monopolio de mercado y gubernamental, según dependa de condiciones propias del mercado o de la intervención legal y/o gubernamental; lo que nos lleva a considerar que ambos tipos de monopolios y su sostenibilidad dependen de condiciones internas y externas como puede ser el tamaño del mercado, los gustos y preferencias de los consumidores, la capacidad estratégica de la empresa, lo que incluye el desarrollo tecnológico y la innovación, publicidad y mercadotecnia, entre otros.

Estos aspectos han sido considerados para la construcción de los modelos de monopolio. Las funciones de costos $c(x)$ estarán considerando a la función de producción y el proceso de innovación y cambio tecnológico, mientras que la función de demanda del mercado $D(p(x))$, estará observando las variaciones en los gustos y las preferencias de los consumidores, así como otros factores que afectan a la demanda como es el crecimiento poblacional, entre otros.

Considerando a un monopolista racional, éste estará buscando maximizar sus beneficios, dada su estructura tecnológica y sujetándose a que su producción no sea mayor que la función de demanda, esto es:

$$\text{Max}_{p,x} px - c(x) \quad (1)$$

$$\text{S. a: } D(p(x)) \leq x \quad (2)$$

Cuando el monopolista considera al total de la demanda de los consumidores, tendremos que la siguiente igualdad se cumple, $x=D(p)$. Al sustituir a x en la función de beneficios tenemos:

$$\text{Max}_{p,x} pD(p(x)) - c(D(p(x))) \quad (3)$$

Utilizando la función inversa de la demanda tendremos que los precios varían según la cantidad demandada, es decir $p(\cdot) = x^{-1}(\cdot)$, condición que al ser sustituida en la maximización de los beneficios resulta en la siguiente forma:

$$\text{Max}_{x>0} p(x)x - c(x) \quad (4)$$

La primera diferencia con respecto al modelo de competencia perfecta, es que el precio no está dado (no es un dato), sino que depende de la cantidad de producto que se produzca y venda para maximizar sus beneficios.

Asumiendo que las funciones de demanda y costos son dos veces diferenciables para todo $x \geq 0$ y que $p(0) < c'(0)$; y suponiendo también la existencia de un único producto x^* socialmente óptimo para el que $p(x^*) = c'(x^*)$.

Al obtener las condiciones de primer (CPO) y las condiciones de segundo (CSO) respectivamente:

$$\text{CPO: } p'(x)x + p(x) - c'(x) = 0 \quad \text{ó} \quad (5)$$

$$p'(x)x + p(x) = c'(x) \quad (5')$$

$$\text{CSO: } 2p'(x) + p''(x) - c''(x) \leq 0 \quad (6)$$

Y de la CPO tenemos que:

$$\underline{\Pi'(x) = p'(x)x + p(x) = c'(x)} \quad (7)$$

En palabras, decimos que la condición de equilibrio se encuentra en el punto donde el ingreso marginal es igual al costo marginal. Para el caso donde $dp/dx(x) < 0$ para todo $x > 0$, se cumplirá que para \hat{x} (la cantidad que maximiza los beneficios del monopolista) $p(\hat{x}) > c'(\hat{x})$, por lo que el precio en condiciones de monopolio excede al precio del óptimo social, esto es: $p(\hat{x}) > p(x^*)$, por consecuencia la cantidad $x^* > \hat{x}$. El monopolista, en tanto busca aumentar su beneficio, enfrenta dos situaciones; al aumentar su producción en una cantidad "dx" su ingreso aumentará en " $p \cdot dx$ ", dado un precio p , pero éste se verá contraído por la relación inversa existente entre el precio y la cantidad que derivará en una baja del precio de " $dp = (dp/dx)dx$ ", siendo este precio, más bajo que el anterior, el que se aplica a todas las unidades x que se están vendiendo, con lo que un aumento de producto vendido se traduce en una disminución del

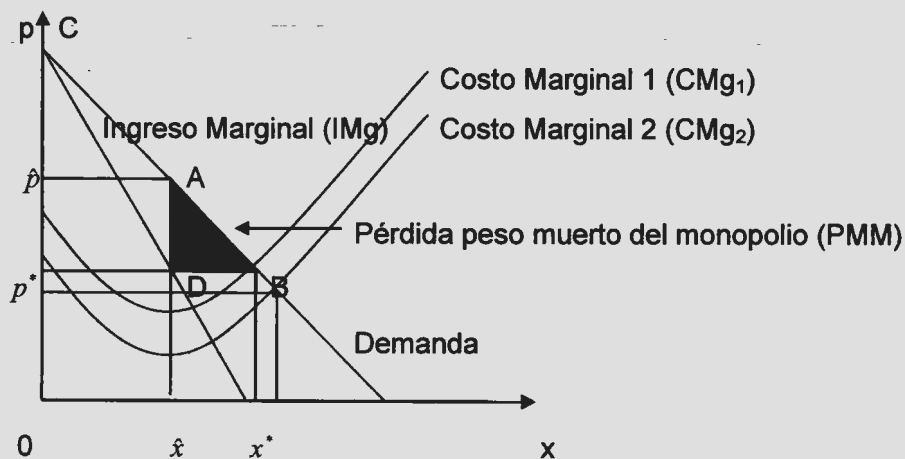
precio para que este pueda ser vendido. La CPO nos marca el punto en el que el monopolista dejará de aumentar su demanda definiendo por tanto hasta donde ofertará al mercado. Esto puede verse más claramente expresado mediante el primer término del lado izquierdo de la igualdad de la CPO (ecuación 5'):

$$p(x) + [dp(x)/dx]x = p(x)dx + dp(x)x = [p(x)dx + dp(x)x]dx \quad (8)$$

El área $0\hat{x}A\hat{p}$ de la gráfica, representa el ingreso obtenido por el monopolio, mientras el área $0x^*Bp^*$ es el ingreso de las empresas en competencia perfecta, esto muestra la existencia de un diferencial en la cantidad producida y vendida entre uno y otro mercado (monopolio y competencia perfecta) que se puede identificar en el término, $dp/dx(\hat{x})\hat{x}$, y que es conocido como la pérdida por el peso muerto del monopolio (PMM). Dicha pérdida social puede ser medida en términos marshallianos como:

$$\int_{q_m}^{q_s} [p(x^*) - c'(x^*)] dx^* > 0 \quad (9)$$

Gráfica 3



El valor corresponde al área debajo de la curva de la función de la demanda entre el diferencial de precios \hat{p} y p^* y las cantidades \hat{x} y x^* . Donde \hat{x} es resultado de las CPO para el monopolista y x^* de las CPO de competencia perfecta $p(x^*) = c'(x^*)$.

La ineficiencia del monopolio por esa pérdida de bienestar social puede ser medida por la disminución del excedente total de consumidores y productores. En el caso de la competencia perfecta, el equilibrio estará dado por el punto B de la gráfica, donde el excedente del producto es nulo y el del consumidor es el área x^*BC , mientras que en el equilibrio A, el excedente del productor se ha aumentado siendo el área p^*DAp , en cambio el excedente del consumidor ha disminuido en la proporción pAC ; pero la suma de éstos últimos excedentes hacen que se cumpla la desigualdad $(EXC_m + EXP_m) < (EXC_c + EXP_c)$, debido a la falta del PMM.

La pérdida de eficiencia es producto de la divergencia de valoraciones del producto entre el monopolista y la sociedad, ya que el primero considerará a la función de ingreso marginal para definir la cantidad a producir x unidades, mientras la sociedad considerará la función de demanda, generando que el ingreso marginal sea inferior al precio. Esto es más visible al manipular de la siguiente forma al ingreso marginal:

$$\frac{dp(x)}{dx} x + p(x) = \frac{dp}{dx} \frac{x}{p(x)} + 1 = p \left[1 + \frac{1}{dx/dp} (p/x) \right] = p[1 + 1/\varepsilon] = C' \quad (10)$$

Como la elasticidad precio de la demanda presenta una relación inversa entonces podemos escribir lo anterior como sigue:

$$\frac{p - C'}{p} = \frac{1}{\varepsilon} \quad (11)$$

La relación establecida entre precio y costo marginal nos permite ver que a medida que la elasticidad disminuye, aumentará el poder de mercado del monopolista, siendo mayor el precio que el costo marginal, lo que indica que el monopolista valorará en menor medida al producto que la sociedad, lo que se refleja en una menor cantidad producida a la que la sociedad demanda.

La pérdida social, que es un reflejo del poder monopolístico, se denomina así por que ni los consumidores ni el monopolista pueden aprovecharla teniendo un efecto directo sobre el bienestar de la sociedad. Dicha aseveración ha sido contrastada por Williamson (1968), quien afirma que el sostenimiento del monopolio se debe a la existencia de ventajas técnicas en forma de economías de escala para el monopolista. Si el monopolio logra eficiencias en su producción con disminuciones

en la función de costos de tal suerte que logre aumentar su excedente incluso por arriba de la pérdida del excedente del consumidor, por una baja en los costos, estaría subsanando la pérdida en la eficiencia social de su existencia. Este, como otros temas relacionados, serán retomado para su análisis en el siguiente capítulo.

Por otra parte, la condición de segundo orden (CSO) es:

$$\text{CSO: } 2p'(x) + p''(x)x - c''(x) \leq 0 \quad (12)$$

Exige que la derivada de costos marginales sea crecientes o que si es decreciente, entonces los ingresos marginales lo sean a una tasa más rápida (con una pendiente más pronunciada), establecido la existencia de rendimientos decrecientes, sin embargo, veremos en el siguiente apartado, que para la existencia del monopolio natural esta condición no es única.

2.5 CONDICIONES PARA LA EXISTENCIA DEL MONOPOLIO NATURAL

La existencia de un monopolio, como ya expusimos, se debe generalmente a la presencia de barreras a la entrada que pueden ser gubernamentales. o de mercado, sin embargo la duración prolongada de un monopolio sólo puede deberse a ventajas absolutas en los costos de producción. Dichas ventajas regularmente se asocian a la existencia de rendimientos crecientes, los que permiten la preexistencia de una empresa en un mercado sin competencia natural, sin embargo aquí veremos que no es la única situación que permite la existencia de monopolios naturales, ya que con el concepto de subaditividad podemos probar que los monopolios naturales pueden existir sin que se cumpla la condición de rendimientos crecientes.

El término de monopolio natural, de acuerdo con lo que supone Mosca (2006:6), fue usado inicialmente para hacer una distinción entre los creados de forma natural y aquellos considerados artificiales, es decir, aquellos que son creados por las circunstancias y no por la ley (Mill,1848). En cuanto a la conceptualización teórica ésta fue evolucionando a la saga del concepto de competencia perfecta por las aportaciones de las escuelas austriaca y de mercados contestables en los

70; lo que no quiere decir que no se tuvieran ideas previas sobre el tema, como se puede constatar desde Aristóteles, pasando por Adam Smith e incluso Malthus.

El primer teórico en establecer una relación entre monopolio y economías de escala fue Senior (1836), sin embargo es Cournot (1838) quien desarrolla el aparato matemático, la función de costo marginal decreciente y la declaración de incompatibilidad con la competencia, siendo Edgeworth (1911a, 1911b, 1912 y 1913) el que esboza el diagrama haciendo que todos los elementos que componen el concepto estuvieran presentes, con excepción de la propia expresión (Mosca, 2008:19).

Así, tenemos que los primeros acercamientos al concepto se dan con la ejemplificación de grandes empresas oferentes de productos y servicios de uso generalizados como pueden ser los sistemas de transportes, las energéticas (petroleras o eléctricas), las telefónicas, abastecedoras de agua, etc., sin embargo será necesaria la existencia de alguna o algunas características que permitan su preexistencia, las cuales desarrollaremos enseguida.

Para abordar el tema del monopolio natural y su sostenibilidad, refiriéndonos a esto último como la capacidad que tiene una empresa para mantenerse en un mercado como abastecedora única, desarrollaremos sus condiciones de existencia, así como el concepto de subaditividad de costos, la que explica la existencia de empresas de este tipo sin recurrir exclusivamente al concepto de rendimientos crecientes.

2.5.1 Sostenibilidad del monopolio y la subaditividad de costos

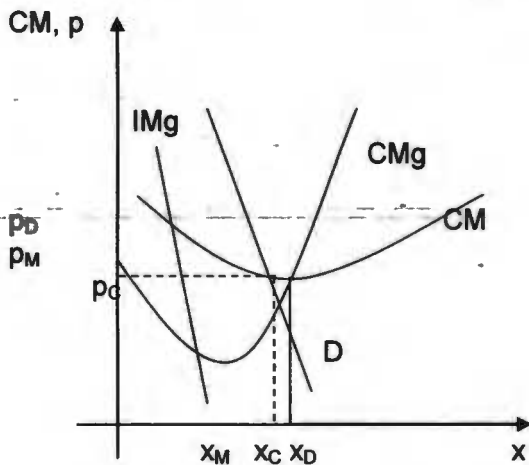
El tema de monopolio natural entraña dos problemas que es necesario discernir, uno relacionado con la *sostenibilidad* del monopolio, o la capacidad que tiene el monopolio para sobrevivir ante la posibilidad de nuevos competidores; y el segundo con el propio concepto de monopolio natural que no requiere de la existencia de rendimientos crecientes.

Partamos el análisis con una definición de monopolio natural, la que sigue de cerca a la considerada en Segura (1993).

DEFINICION: Entendemos por *monopolio natural* a una situación particular en una rama de la producción caracterizada por una combinación específica de las funciones de costos y demanda, que hace que un bien determinado sea producido por una única firma sin la existencia de trabas legales de ningún tipo a la libre entrada obteniendo beneficios¹⁹; lo que representa una situación coyuntural que puede desarticularse fácilmente por factores exógenos, en particular, por modificaciones en la demanda del producto²⁰.

La situación más corriente del monopolio natural, a la que llamaremos *caso clásico*, es aquella en donde la demanda agregada corta a las funciones de costo medio total y costo marginal, en un punto en el que la función de costos medios es decreciente, y donde dichas funciones de costos se cortan. Para el caso de estricta convexidad de la función de costos totales, dicho punto corresponde además al mínimo de esta función.

Gráfica 4



Si observamos la gráfica 4, podremos interpretar lo que Berg (1988) llama *el dilema del monopolio natural*, el que surge cuando la curva de costos medios crece por amplio margen y el monopolista determina su precio y cantidad de

¹⁹ Cabe mencionar que Resulak, Shughart y Tollison (2008) desarrollaron, a partir de las condiciones de maximización de un monopolio tradicional, un modelo de monopolio progresista, es decir que se comporta de tal forma que logra disminuir sus costos y a la par baja sus precios, teniendo por conclusiones que no obstante esto el bienestar social se restringe, situación que no puede ampliarse al caso que aquí se desarrollará dado que no es compatible con las condiciones de existencia del monopolio natural.

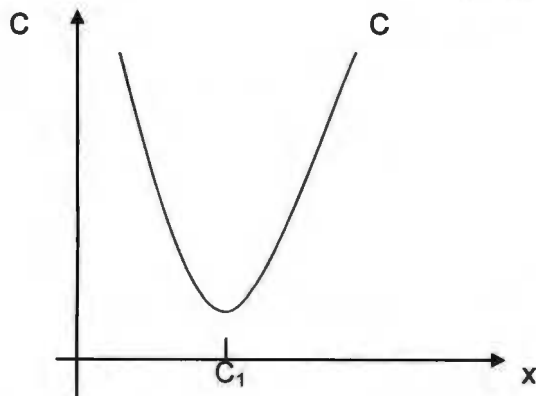
²⁰ Versiones semejantes del concepto de monopolio natural pueden ser encontradas en Berg (1988) y Mosca (2004).

equilibrio a partir de la condición de marginalidad clásica ($IMg=CMg$), lo que resulta en una afectación al bienestar de los consumidores, desde el punto de vista de la teoría clásica del monopolio, porque la producción competitiva estaría en x_C , la que es una cantidad menor a x_M . Una política regulatoria impondría la producción competitiva x_C , lo que generaría un déficit en la firma dada la forma de los costos medios, los que están por encima de dicha producción, resultando en la incapacidad de sostenerse. Situación que nos permite suponer que el consumidor estaría mejor con la existencia del monopolio natural, ya que valora mucho más los bienes producidos con cierta restricción que no tenerlos²¹.

Existe una segunda situación que le permite al monopolio natural su existencia y sostenibilidad, sin que medie para eso la existencia de costos decrecientes, la que se caracteriza por una estructura de costos y demanda, bajo la cual, sea factible producir en el segmento delimitado entre la oferta monopolista y la competitiva. Llamaremos a este caso *no clásico*, el cual corresponde a la existencia de costos subaditivos, esto es, costos que verifican, al menos en un cierto intervalo $[x, \bar{x}]$, la desigualdad:

$$c(x) \leq \sum_{j=1}^n c(x_j), \sum_{j=1}^n x_j = x \quad \forall x \in [x, \bar{x}] \quad (13)$$

Gráfica 5

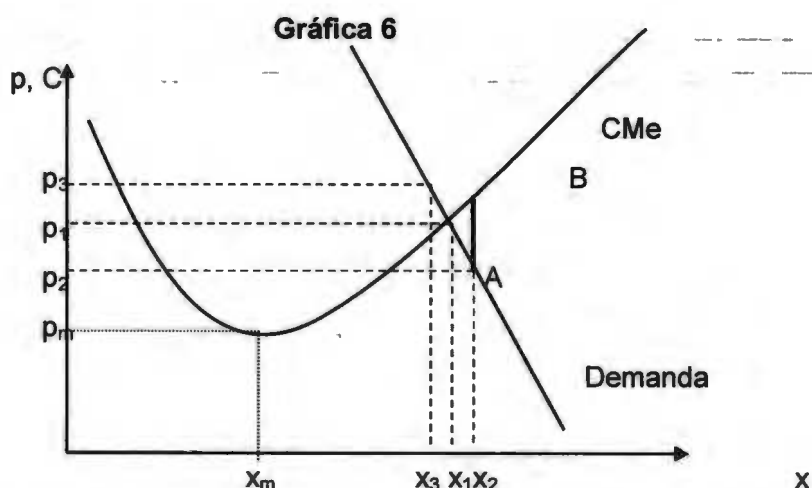


²¹ Una solución, planteada por primera vez por Hotelling (1934), es establecer el precio igual al costo marginal y subsidiar al monopolio, lo que implica una redistribución del ingreso al crearse nuevos impuestos (tipo *lump-sum*) con los cuales financiar el subsidio. Otro resultado podrá ser que el monopolio privado se transforme en público a fin de que sea el estado quien administre el sistema de subsidios e impuestos.

Lo que significa la existencia de cierto intervalo de producción en el que es más eficiente producir con una, mas que con dos o más plantas o empresas, la que conoceremos como situación de costos subaditivos.

Ejemplificando, para el caso de una función de costos con forma funcional: $c(x) = a + bx^2$, y parámetros $a, b > 0$; es decir que tendríamos como función de costos una parábola, con el brazo izquierdo decreciente hasta un punto $c(x_{min}) = \sqrt{\frac{a}{b}}$,²² lo que supondrá la existencia de un conjunto de puntos $C_1 < \sqrt{\frac{a}{b}} = c(x_{min})$ (gráfica 5). La parte de la curva de costos C_1 mostrará la capacidad de producir con rendimientos creciente que tiene el monopolista.

Ahora bien, al evaluar la sostenibilidad del monopolista es necesario fijar la atención no sólo en los costos sino también en la demanda del mercado y su evolución en el tiempo, ya que si la demanda aumenta esto podría llevar a una situación de insostenibilidad del monopolio como lo vamos a ver a continuación mediante el siguiente gráfico.



Diremos que el monopolio es sostenible si dada la situación de éste, no entran al mercado más empresas. De acuerdo con la gráfica el monopolista elegirá el precio p_1 y la cantidad x_1 , donde la demanda corta a la curva de costos medios, ya que si eligiera con $p_2 < p_1$, tendría pérdidas del orden de $(p_1 - p_2)(x_2 - x_1)/2$; por el

²² Este valor se puede encontrar al derivar a la función de costos totales medios por x , esto es: $d[Cme=CT/x]/dx = (a/b)^{1/2}$.

contrario, si eligiera el precio $p_3 < p_1$, algún competidor podría entrar al mercado ofreciendo x_1 al precio p_1 , desplazando completamente del mercado al monopolista. Por tanto, la única posibilidad viable del monopolista es mantenerse en las condiciones iniciales con (p_1, x_1) , posición que no es sostenible porque cualquier empresa podría entrar al mercado produciendo a precios inferiores que p_1 , pero superiores a p_m , esto es $p_1 < p < p_m$; cubriendo alguna parte de la diferencia entre $x_1 < x_m$, ya que no está obligado a satisfacer toda la demanda.

Con esto vemos que la función de demanda en un mercado monopolizado juega un papel fundamental, ya que si la demanda crece puede dar lugar a la entrada de más empresas, dada la incapacidad del monopolista para cubrir una mayor demanda sin incurrir en mayores costos. Esto último es resultado de una estructura de costos no está más en situación de rendimientos crecientes (caso clásico).

Otra posibilidad para justificar la existencia del monopolio natural, es probar la existencia de subaditividad de costos.

De acuerdo con (13) tenemos que: $c(x) \leq \sum_{j=1}^n c(x_j)$, $\sum_{j=1}^n x_j = x \forall x \in [x, \bar{x}]$, es decir que es más eficiente producir el total del producto en una sola empresa que en varias.

Para el caso específico de dos empresas, se cumpliría que:

$$c(x) < c(x_0) + c(x - x_0) \quad (14)$$

Considerando nuevamente la función de costos propuesta anteriormente, $c(x) = a + bx^2$, al distribuir la producción por mitades con objeto de minimizar los costos dado que ambas empresas producen con la misma tecnología tendremos que:

$$\begin{aligned} c(x) < c(x_0) + c(x - x_0) &= a + bx_0^2 + a + b(x - x_0)^2 = \\ &= 2a + bx_0^2 + bx^2 - 2bx_0 + bx_0^2 \end{aligned} \quad (15)$$

pero como las dos empresas producen la mitad, entonces se cumple que $x_0 = \frac{x}{2}$, que al sustituirla (15) tendremos que:

$$2a + b\left(\frac{x}{2}\right)^2 + bx^2 - 2bx\left(\frac{x}{2}\right) + b\left(\frac{x}{2}\right)^2 = 2\left[a + b\left(\frac{x}{2}\right)^2\right] \quad (16)$$

es decir que para que la producción se realice en una sola empresa y no en dos ó más será necesario que la demanda total del mercado sea como la planteada en el gráfico 4 marcada como D_1 , esto es :

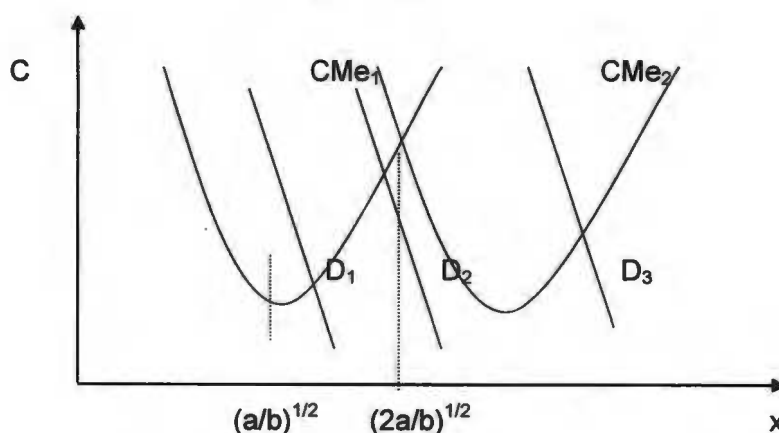
$$a + bx^2 < 2 \left[a + b \left(\frac{x}{2} \right)^2 \right] \quad (17)$$

ó despejando a x se cumple que:

$$x < \left(\frac{2a}{b} \right)^{1/2} \quad (18)$$

La subaditividad se cumplirá para aquel volumen de producción menor a $\left(\frac{2a}{b} \right)^{1/2}$, el cual es mayor al mínimo de los costos totales medios para una empresa, ya que estos son iguales a $\left(\frac{a}{b} \right)^{1/2}$. Esto significa que para una demanda: $\left(\frac{a}{b} \right)^{1/2} < x < \left(\frac{2a}{b} \right)^{1/2}$, es preferible operar con una sola empresa no obstante que dicha cantidad no esté en una región de costos decrecientes. Pero si aumenta la demanda, digamos a D_3 , el monopolio se encontrará en peligro porque sin contar con barreras que restrinjan la entrada al mercado, será factible que otra empresa oferte el producto que le permita maximizar su beneficio, teniendo un mercado de duopolio natural.

Gráfico 7



En general podremos establecer que la existencia del monopolio natural depende no sólo de la existencia de rendimientos crecientes a escala como, sino que también del tamaño del mercado o de la demanda. Cabe señalar que en un momento determinado, cuando se crean grandes empresas con altos costos de

instalación en mercado incipientes, las condiciones para la existencia de un monopolio natural son altamente probables, sin embargo al paso del tiempo, con el avance tecnológico y/o la ampliación natural de los mercados por la apertura comercial, los procesos de globalización, etc., se facilitan cambios en las estructuras de demanda y de costos, incidiendo directamente en la sostenibilidad de los monopolios.

La sostenibilidad y el monopolio natural se pueden analizar también para el caso de producción conjunta, es decir, cuando el monopolio produce más de un producto, situación que resulta más compleja por dos situaciones: a) la entrada de competidores se ve facilitada debido al hecho de que ellos no tendrían por qué producir el total de bienes o servicios que produce el monopolista, lo que facilita su entrada dadas las ventajas que dicha situación implica, y b) porque los conceptos de rendimientos a escala y subaditividad de costos no resultan suficientes para definir al monopolio natural y su sostenibilidad²³.

2.6 REGULACIÓN DE LOS MONOPOLIOS

Mecanismos para controlar y/o limitar la pérdida del bienestar producto de la existencia de monopolios se han desarrollado, los cuales conllevan la existencia de un agente regulador, quien al buscar frenar la ineficiencia social interviene en el mercado mediante la introducción de impuestos, control de precios, aplicación de subsidios, o en su caso eliminación de barreras a la entrada.

La forma, aparentemente, más fácil de controlar a las empresas, por parte de un regulador, sería obligándolas a vender a su costo marginal, no obstante dicha regla no aplica para un monopolio natural, ya que si éste presenta economías de escala la obligaría a incurrir en pérdidas, ya que sus costos medios siempre serían más elevados que sus costos marginales en los niveles de producción relevantes; lo que ocasionaría dos posibles situaciones: a) que una empresa privada no estaría dispuesta a producir en esas condiciones, y b) que una empresa pública

²³ Para producción conjunta, es necesario desarrollar varios conceptos más como: subaditividad según un rayo y ortogonal, además de la complementariedad de costos, precios cruzados, entre otros, que rebasan los objetivos de este trabajo. Para ahondar en el tema ver a (Segura, 1993).

tendría que financiar con recursos de otros mercados, entendiendo esto como una política de subsidio, generando ineficiencias a la sociedad en su conjunto.

2.6.1 Formas de regulación

Dada la imposibilidad de regular al monopolio según la condición marginalista que se aplica en la competencia perfecta, revisaremos dos mecanismos para su control, uno basado en la imposición de límites a la tasa de beneficios y otro referido al control de precios, además de discutir el caso de la imposición de precios no basados en costos. Los supuestos de inicio son la existencia de un monopolio natural, por lo que desde el punto de eficiencia técnica supondremos que es mejor una sola empresa que varias. Las técnicas que analizaremos para disminuir la ineficiencia del monopolio se concentran en el control de precios e imposición de tasas o una combinación de ambas, tales como: impuestos al beneficio, impuestos de cuantía por unidad de producto, impuestos *ad valorem*, imposición de límites a la tasa de beneficios y el control directo de los precios de venta.

2.6.1.1 Impuestos al beneficio

Para este caso, se aplica a los beneficios monopolísticos una tasa impositiva t , quedando establecido un beneficio del tipo: $(1 - t)\Pi(x)$. El óptimo del monopolista se elige acorde a su maximización por lo que no hay cambios en la oferta del producto del monopolista, ni en el precio, ni en la demanda por insumos. No obstante, no hay mejora en la eficiencia porque las condiciones en las que opera el monopolio no han cambiado, lo único diferente será la parte de los beneficios que será confiscado por el regulador, quien, si logra hacer una buena distribución de dichos recursos podrá obtener mayores beneficios sociales.

2.6.1.2 Impuestos de cuantía por unidad de producto

El caso de un impuesto de cuantía t por unidad de producto se expresa así:

$$\Pi(x, t) = [p(x) - t]x - c(x) \quad (19)$$

De acuerdo a la CPO:

$$p'(x)x + p(x) - t - c'(x) = 0 \quad (20)$$

Diferenciando totalmente con respecto a t tenemos:

$$p''(x)x \frac{dx}{dt} + p'(x) \frac{dx}{dt} + p'(x) \frac{dx}{dt} - 1 - c''(x) \frac{dx}{dt} = 0 \quad \text{ó}$$

$$2p'(x) \frac{dx}{dt} + xp''(x) \frac{dx}{dt} - t - c'(x) = 0, \quad \text{que al despejar } dx/dt \text{ nos queda:}$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{2p'(x) + xp''(x) - c''(x)} < 0 \quad (21)$$

Como la expresión anterior es negativa esto implica que el denominador será forzosamente negativo y por la regla de la cadena para obtener la derivada del precio con respecto al impuesto tendremos:

$$\frac{dp(x(t))}{dt} = \frac{dp(x)}{dx} \cdot \frac{dx(t)}{dt} > 0 \quad (22)$$

Lo que implica que el impuesto restringirá la cantidad de oferta del monopolista dado un aumento en los costos marginales de producción. El impuesto tiene un efecto inverso sobre los beneficios, ya que al diferenciar a los beneficios con respecto a los impuestos se tiene que:

$$\frac{d\Pi}{dt} = -x(t) < 0 \quad (22)$$

Traducido en una menor cantidad de beneficios.

Por otra parte hay un exceso de gravamen, o una mayor pérdida de beneficios que la recaudación (tx). Para evidenciar esto digamos que si, Π_m es el beneficio monopolista no gravado, $\Pi_m(t)$ es el beneficio gravado por la tasa t . $\Pi_m(0)$ es el beneficio hipotético si se produce $x(t)$ pero sin gravamen, entonces $\Pi_m(0) = \Pi_m(t) + tx(t)$, se tiene que $\Pi_m > \Pi_m(0)$, resultando que $\Pi_m > \Pi_m(t) + tx(t)$, ó $\Pi_m - \Pi_m(t) > tx(t)$.

Por lo que sería mejor un pago de una sola vez igual a $\Pi_m - \Pi_m(t)$ que la imposición de una tasa.

2.6.1.3 Impuestos ad valorem

Este tipo de impuesto se aplica a los ingresos o beneficios brutos por lo que la función de beneficios se presenta así:

$$\Pi(x, t) = (1 - t)xp(x) - c(x) \quad (23)$$

La CPO quedaría como:

$$(1 - t)[p'(x)x + p(x)] - c'(x) = 0, \quad (24)$$

Y despejando al precio tendremos:

$$p(x(t)) = \frac{c(x(t))}{1 - t} - p'(x(t))x(t) \quad (25)$$

La tasa ahora es trasladada a los precios, lo que supondrá un aumento en los mismos. De la CPO tenemos que,

$I'(x(t)) = [p'(x)x + p(x)] = c'(x(t))/(1 - t) > c'(x(t))$, generando una ineficiencia por la diferencia en los costos marginales cuando hay impuesto y cuando no lo hay $c'(x(t))/(1 - t) > c'(x(t))$.

Los beneficios serán menores al igual que la oferta de producto.

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x(t)p'(x(t)) + p}{(1 - t)(2p'(x(t)) + x(t)p''(x(t))) - c''(x(x))} \quad (26)$$

$$\frac{d\pi}{dt} = -px(t) \quad (27)$$

Existiendo también exceso de gravamen pues se pierde más de lo que se recauda, por lo que será más razonable cobrar un impuesto fijo igual a la diferencia de beneficios que imponer una tasa.

2.6.1.4 Regulación de la tasa de beneficios

Aquí el planificador impondrá una tasa de beneficios máximo por unidad de capital utilizada por el monopolista en la producción del bien x. La producción se generará a partir de dos insumos, trabajo y capital representados por y_1 y y_2 , respectivamente. La tecnología viene dada por la función $f: R_+ \times R_+ \rightarrow R$ definida por $f(y_1, y_2) = x$. Impuesta la tasa s sobre el capital por el planificador, el problema del monopolista será maximizar:

$$\text{Max} : p[f(y)]f(y) - wy_1 + ry_2 \quad (28)$$

$$S. a: \left[\frac{p[f(y)]f(y) - wy_1}{y_2} \right] = s \quad (29)$$

Donde w es el salario y r es el costo del capital en condiciones competitivas, y s será tal que: $r \leq s < r_m$, es decir que la tasa s deberá ser menor que el rendimiento del capital monopolista en equilibrio y mayor que el costo del capital.

El resultado, como veremos, será la sobre-capitalización de la empresa, generando una mayor ineficiencia al utilizar una política de aumento de los costos.

El lagrangiano se expresa de la siguiente forma:

$$L(y_1, y_2, \lambda) = (1 - \lambda)p[f(y)]f(y) - (1 - \lambda)\{wy_1 + ry_2\} - \lambda(r - s)y_2 \quad (30)$$

Las CPO se expresan así:

$$(1 - \lambda)2p \left[\frac{\partial f}{\partial y_1}(y) \right] f(y) - (1 - \lambda)w = 0 \quad (31)$$

$$(1 - \lambda)2p \left[\frac{df}{dy_2}(y) \right] f(y) - (1 - \lambda)r - \lambda(r - s) = 0 \quad (32)$$

Con esto concluimos que la solución más prudente si se busca regular al monopolio será imponer un impuesto fijo equivalente a la diferencia de beneficios los beneficios, no obstante, cuando estamos contemplando un monopolio privado, esto también podrá tener efectos sobre la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I).

2.7 EFICIENCIA ECONÓMICA Y PODER DE MERCADO

La pérdida social, como decíamos, es tradicionalmente una consecuencia de la existencia de poder monopolístico, lo cual implica que parte del excedente del consumidor es trasladado al monopolista, pero una parte de ese excedente no es aprovechado ni por los consumidores ni por el monopolista, teniendo un efecto negativo sobre el bienestar de la sociedad. Sin embargo a partir del estudio de Williamson (1968) podemos introducir excepciones a la regla y afirma que el sostenimiento del monopolio puede traer mayor bienestar económico si se logra disminuir más que proporcionalmente los costos de producción que la pérdida social.

El desarrollo de ventajas técnicas en forma de economías de escala, es un ejemplo de cómo los monopolios pueden lograr eficiencias en su producción con disminuciones sobre la función de costos, de tal suerte que logren aumentar su excedente por encima de la pérdida del excedente del consumidor dada esa baja de costos, lo que estaría subsanando la pérdida en la eficiencia social por su existencia.

Williamson (1968), desarrolla un método que nos permite medir las condiciones en las cuales el monopolio puede recuperar alguna parte de la eficiencia que se pierde con su existencia. Teniendo como apoyo un gráfico, analizaremos el proceso de fusión entre dos empresas que conlleva la disminución de costos a fin de comprender el efecto sobre el poder de mercado.

Como veíamos en las ecuaciones (1) a (3), el monopolista busca maximizar sus funciones, por lo que, asumiendo conocida la función de demanda del mercado, que es continua y decreciente, para todo p tal que $x(p) > 0$, que tiene función inversa $p(\cdot) = x^{-1}(\cdot)$, existe un $p < \bar{p}x(p) = 0$. Con una función de costos de producción $c(x)$, el problema del monopolista será:

$$\text{Max}_p : px(p) - c(x(p)), \quad (33)$$

o equivalentemente:

$$\text{Max}_{q \geq 0} p(x)x - c(x) \quad (34)$$

Considerando que las funciones $p(\cdot)$ y $c(\cdot)$ son dos veces diferenciables para todo $x \geq 0$ y que $p(0) < c'(0)$, y suponiendo también la existencia de un único producto x_s socialmente óptimo para el que $p(x_s) = c'(x_s)$.

Al igual que en (5) y (5'), a partir de las condiciones de primer orden tenemos:

$$p'(x_m)x_m + p(x_m) = c'(x_m) \quad (35)$$

Donde esta igualdad se cumple estrictamente para valores $x_m > 0$. Por las condiciones definidas anteriormente, tendremos que se cumplirá $p(x_m) > c'(x_m)$, por lo que el precio en condiciones de monopolio excede al del óptimo social, con lo que la cantidad x_m es menor que la obtenida en condiciones competitivas x_s .

La pérdida por el peso muerto del monopolista, es el concepto que define la pérdida de bienestar social provocada por el primer término de la izquierda de (35), que en términos marshallianos se determina por el área:

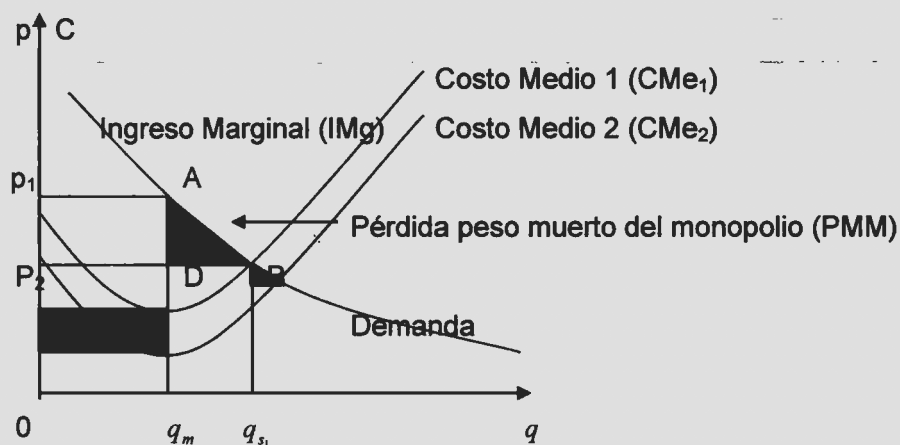
$$\int_{q_m}^{q_s} [p(x_s) - c'(x_s)] dq_s > 0 \quad (36)$$

La cual está comprendida por la función de demanda decreciente con x , y con $c'(x_m)$ creciente, limitada por las rectas paralelas al eje vertical x_m y x_s , donde x_m se obtiene de (35), mientras que x_s se obtiene de la igualdad $p(x_s) = c'(x_s)$.

Gráficamente, lo anterior se puede observar en la siguiente figura (gráfica 8).

El proceso de fusión afecta directamente el poder monopolístico de las empresas fusionadas, pero si consideramos que éste se presenta junto con una disminución de costos, entonces el aumento del poder monopolístico se acompaña de una disminución de costos que afecta negativamente al *PMM*. Esto lo analizaremos a continuación:

Gráfica 8



Sea la curva CMe_1 la que representa al nivel de costos medios de la segunda (o más) firmas antes de la fusión, y sea CMe_2 , la que representa el nivel de costos promedio después de la fusión, tendremos un precio antes de la fusión que está dado por P_1 , que es igual a $k(CMe_1)$ donde k es un índice de poder de mercado pre-fusión y es mayor o igual a la unidad. El precio después de la fusión está dado

por P_2 y es asumido mayor a P_1 (si fuera menor que P_1 los efectos económicos de la fusión serían estrictamente positivos)²⁴.

Los efectos netos de la fusión están dados por las dos áreas sombreadas en la figura 8. El área designada por A_1 es la familiar pérdida de peso-muerto que resultaría si el precio fuera aumentando de P_1 a P_2 , dada la disminución del producto, asumiendo que los costos permanecen constantes. Pero, como suponemos, los costos están reduciéndose por la fusión, el área designada por A_2 , representa los ahorros en costos. Los efectos de asignación neta están dados por la diferencia de estas dos áreas, $A_2 - A_1$.²⁵

El área A_2 está dada por $(c_2 - c_1)q_m$, ó $[\Delta C]q_m$, mientras A_1 está dada por (36), que es la *PMM*. El efecto económico neto será positivo si la siguiente desigualdad se mantiene;

$$(\Delta C)q_m - \int_{q_m}^{q_2} [p(x_s) - c'(x_s)]dq_s > 0 \quad (37)^{26}$$

La desigualdad (37) nos indica que para tener economías positivas en la fusión ésta debe de mantener. Si esto es así, entonces la pérdida de bienestar provocada por el aumento de poder de mercado de la fusión disminuirá, significando que no todas las fusiones que permiten mayor concentración de poder de mercado disminuyen el bienestar social, debido a que logran disminuir los de costos de tal forma que limitan la *PMM*.

²⁴ Este es un simple pero básico punto, el que revela que el poder de mercado es sólo una condición necesaria y no suficiente para efectos no deseados de precios. Esto sería totalmente irracional en un incremento en la relación precios costo promedio ($P_2/AC_2 > P_1/AC_1$) como campos para una fusión sí, al mismo tiempo, el precio post-fusión fuera menor que el real precio pre-fusión. ($P_2 < P_1$).

²⁵ Mi uso de la pérdida por peso muerto es algo restrictiva. La ineficiencia es también una pérdida por peso muerto. Para una conveniente exposición, sin embargo, me referiré al triángulo marshalliano como la pérdida por peso muerto al comparar esto al costo ahorrado (eficiencia) de una fusión. Estimando el valor del excedente del consumidor por el triángulo marshalliano seguido de la práctica común () de sopesar los efectos ingreso asociados al cambio de precio. El beneficio social neto asociado a una particular configuración costo-precio es definido como el ingreso total más el excedente del consumidor menos el costo social, donde los costos privado y social son asumidos como idénticos (externalidades y excedente del productor se asumen como cero).

²⁶ Williamson (1968), al utilizar funciones de demanda y costos lineales, desarrolla un criterio que le permite comparar porcentualmente los efectos entre cambios de precios y costos a fin de determinar cuan sensibles pueden ser las variaciones de estos dos elementos para obtener resultados positivos en términos del bienestar social.

La desigualdad (37) contiene el grado de sensibilidad que conllevan los procesos de fusión que incluyen funciones de costos decrecientes, al incluir la posibilidad de aumentar el bienestar social, lo que lo hace muy atractivo si queremos medir, en algún sentido, la contribución que trae consigo el poder de mercado de los monopolios surgidos de la mano de la eficiencia, tal es el caso de aquellas empresas que promueven su poder monopólico a partir de la innovación.

2.8 EL MONOPOLIO PROGRESISTA

Reksulak, William y Tollison (2008), analizan a un tipo de monopolio que a partir de la innovación logra disminuir sus costos y el precio del bien que produce, llegando a su principal conclusión referida a que lejos de mejorar el bienestar social, ésta situación lo afecta negativamente, ya que más excedente del consumidor es extraído debido al aumento del peso muerto del monopolio.

Parten su análisis diciendo que no se considera que “el productor absorbe la mayor parte de los costos ahorrados por la innovación” Reksulak, et. al 2008:622-23), lo que es ignorado para el cálculo del bienestar social por tres razones, porque: el monopolista es parte de la sociedad; como los beneficios económicos sólo representan una transferencia de los consumidores al productor, el impacto del beneficio económico derivado de la mayor eficiencia en el bienestar social lo desaparece y la sociedad asume una ganancia producto de la mayor eficiencia productiva debido a que los recursos no empleados pueden ser reasignados a otras industrias. Ellos refutan éstas razones asumiendo que el monopolio “progresista” consume más recursos no menos, además que los que son ahorrados en la producción no son puestos a disposición en otro lugar de la economía, sino son mantenidos por los dueños de la empresa.

Suponiendo un tipo de monopolio con demanda lineal $P(Q) = a - bQ$ y costo marginal constante $CM = c$, además de un precio y cantidad análoga a una industria competitiva, logran definir la pérdida de bienestar por el peso muerto del monopolio como $DWL = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2}(a - c) \right) \left(\frac{1}{2b}(a - c) \right) = \frac{1}{8b}(a - c)^2$, que al derivarla con respecto del costo marginal obtienen: $\partial DWL / \partial c < 0$, lo que implica una relación

inversa entre el costo y la pérdida de bienestar por el peso muerto, es decir en la medida que los costos se reducen la pérdida de bienestar aumentará.

No obstante este hallazgo, que es importante, los autores a partir de una revisión de la literatura no encuentran consenso, sino una marcada división, donde algunos están a favor y otros en contra.

Ahora bien, y dado que ya hemos revisado el caso del monopolio natural, será necesario hacer algunas precisiones al respecto del tema anterior.

Si bien cierto que con su demostración ponen en una posición incómoda al monopolio progresista, también es necesario considerar el propio concepto de monopolio natural que dice que éste "*siempre (es) un concepto relativo a los costes y la demanda*"²⁷ (Segura, 2006). Es decir, que son esas dos funciones, en conjunto, las que determina la existencia o no de un monopolio natural y si éste puede sostenerse o no²⁸. Además, al retomar la situación de sostenibilidad débil, la asociada a la subaditividad de costos, en la que es posible la existencia de un monopolio de este tipo con rendimientos decrecientes²⁹, ya que le será menos costoso al mercado producir con una empresa que con más; nos da la pauta para decir que si se quisiera obligar al monopolio natural a actuar como si fuera una empresa competitiva, lejos de mejorar el bienestar social, se empeoraría, al generarle un déficit a la firma que a la postre hará inviable su sostenibilidad, afectando al bienestar social vía la empresa y vía los consumidores. Ahora bien, si se insistiera en que la firma debe vender de acuerdo a la regla de competencia perfecta, entonces se tendría que dar algún subsidio, como lo propuso por primera vez Hotelling (1938), a fin de permitir la sostenibilidad de la firma, lo que también

²⁷ Las cursivas son del autor.

²⁸ Estos autores utilizan a la función de costos con rendimientos constantes para explicar como el monopolio alcanza mayores beneficios al incorporar una innovación reductora de costos a pesar de aumentar la oferta de producto y de disminuir el costo. La función de demanda les sirve para determinar que tan ineficiente es esta firma dependiendo de la diferencia entre lo que produce y lo que se produciría en un mercado competitivo, también señalan que a medida que la demanda es más inelástica mayor será la pérdida para el consumidor debido a la ampliación del excedente del consumidor que será apropiado por el monopolio.

²⁹ Para que la condición de subaditividad de costos se cumpla, dado un volumen de producción q , tiene que suceder que: $C(q) < \sum_j C(q_j)$, con $q = \sum_j q_j$, lo significa que la producción q será menos costosa si se produce por una empresa que por varias.

afecta al bienestar social por la redistribución de los recursos que un subsidio genera en ésta.

2.9 EL MONOPOLIO NATURAL VERSUS LAS LEYES ANTIMONOPOLIO

No podemos terminar este capítulo sin considerar al monopolio natural y su relación con las leyes antimonopolio, las que son resultado tanto de los avances teóricos que en el tiempo se logran, como de las cuestiones políticas de que las difícilmente se pueden librar las autoridades encargadas de su aplicación.

El tema del monopolio natural³⁰ ha estado inmerso en un debate por décadas o incluso siglos, no obstante los avances encontrados de su estudio en los últimos tiempos al igual que las condiciones en las que se desarrolla el propio capitalismo han estado revivido constantemente el debate y a la par de propiciar la generación de nuevas propuestas de política económica³¹.

El monopolio generalmente ha sido ubicado o como una *falla de mercado*³², por lo que al tratar de restringir sus efectos en el mercado se ha promovido la aplicación de leyes antimonopolio. No obstante, en otras ocasiones se le ha tratado como promotor de innovación, por lo que buscará rechazar la aplicación de éstas, debido a que éstas actúan en contra de la eficiencia lograda por las empresas que alcanzan algún grado de dominación en sus mercados, lo que resulta en un revés a la eficiencia que en principio quieren promover al aplicar las leyes antimonopolio (Bork, 1978:311).

Posner (1976) medita sobre las principales objeciones que se reconocen en los monopolios porque afectan a la eficiencia y las resumen en tres razones.

La primera, que considera que los monopolios generan transferencias de los agentes económicos más pobres a los más ricos, lo que en palabras de Posner es

³⁰ Para una revisión histórica detallada del tema de monopolio natural ver Mosca (2006).

³¹ Cabe mencionar que existen autores como DiLorenzo (1996) que niegan rotundamente la existencia de monopolios naturales, al afirman que éstos son creados por los gobiernos de facto y no producto de alguna eficiencia de la propia firma.

³² Considerar al monopolio natural una falla de mercado implicó, para aquellos economistas que soportan al libre mercado, su adherencia a la imposición de políticas antimonopolio que limiten dicha falla, además de su adscripción al paradigma de estructura-conducta-desempeño, (Armentano, 1998; Mosca, 2006), como medio de análisis.

“un argumento muy atractivo”, sin embargo se tambalea una vez que se considera que para lograr que una firma competitiva se convierta en monopolio se debe de invertir muchos recursos en la compra de insumos, así como en actividades de I+D. La segunda, se refiere a que cualquier tipo de concentración, incluida aquella entre empresas competitivas, que fomente la cooperación facilitará la manipulación del proceso político para obtener legislación protectora, con el fin de incrementar los beneficios industriales, que incluye el control de entrada y el precio de competencia, sin embargo esta situación también está presente en mercados no concentrados. Ejemplos de éstos son: la industria agrícola, de transporte por carretera, radiodifusión local, bancos, medicinas, entre otros, donde se privilegia la protección en contra de la competencia. Por último, tenemos a las propias políticas antimonopolio, las que en principio están diseñadas para promover la eficiencia económica, que limitan la acción del monopolio a fin de promover a las pequeñas empresas dado que se cree que éstas tienen una especial virtud comparadas con las grandes³³, lo que Posner no discute, pero si argumenta que la única política que les serviría a las pequeñas empresas en su intento por competir sería limitar los intentos de las grandes empresas por bajar los precios de sus productos dados sus costos más bajos (Posner, 1976:18, ss).

Los contraargumentos propuestos por este autor, incluso para los incrédulos, pueden generar cuando menos una *duda razonable* sobre el supuesto perjuicio que conllevan los monopolios, lo que en todo caso nos deberá invitar a una mayor reflexión sobre el tema que continuaremos con el concepto de barreras a la entrada.

Las barreras a la entrada suponen la existencia de algo que impide la entrada de nuevas empresas a la industria, lo que aduce un error de apreciación, ya que como dice Bork (1978:310), “Cuando las firmas existentes son eficientes y poseen plantas valiosas, equipos, conocimientos, habilidades y reputación, entrantes potenciales, encontrarán más difícil entrar a la industria, dado que deben adquirir esos elementos”; lo que representa trabas naturales, inherentes a la competencia

³³ Se puede intuir fácilmente que esta idea es una extracción simple del modelo de competencia perfecta, que supone un gran número de empresas tan pequeñas como para no afectar el precio de mercado.

por lo que no debería haber objeciones a ellas, salvo cuando “el poder de mercado es alcanzado por medios diferentes a la eficiencia”, siendo este un caso ante el que Bork propone existan políticas antimonopolio, así como en aquellos donde la eliminación de la rivalidad no genere mayor eficiencia productiva o que sólo genere un mayor control del mercado a partir de la restricción del producto (Bork, 1978:136).³⁴

No obstante, lo que en un momento histórico se reconoció y representó un retroceso de la doctrina de imposición de barreras a la entrada al demostrarse que la mayoría de las consideradas barreras eran resultado de las economías y eficiencias que las propias empresas líderes se habían ganado en el mercado (Armentano; 1999:13), en las últimas décadas se ha retrocedido, dando pasos atrás, principalmente por qué como nos dice Bork (1978:135-6), la ley no logra resolver el dilema entre la provocación normal de daños entre rivales producto de la búsqueda de mayor eficiencia productiva y el daño, que éste provoca, al proceso competitivo, dando como resultado una inclinación en favor de esta última, lo que ha resultado en una nueva oleada de políticas antimonopolio, en detrimento del aumento de la eficiencia productiva.

En resumen el debate del tema del monopolio en general y el monopolio natural en particular no ha terminado, teniendo como constancia lo revisado en este capítulo, el que nos ha permitido transitar por los principales pros y contras en el tema. No obstante, existen elementos que nos permiten sostener alguna importancia y trascendencia del monopolio como factor de eficiencia tanto en el caso de que éste sea del tipo natural, como en el caso en que éste incorpore cambio tecnológico y pueda innovar. Esto no quiere decir que las leyes antimonopolio no tengan razón de ser o no sirvan, debido a que a veces la diferencia entre ser factor de eficiencia u obstáculo de la misma no se puede ver con claridad.

³⁴ Con respecto de la eliminación de rivales sabemos, a partir de Williamson (1968), que es plausible el aumento del poder de mercado de una empresa, a partir de la fusión o absorción de una o varias empresas competidoras, con un aumento del bienestar social si dicha fusión o absorción conlleva una mayor eficiencia productiva.

En el siguiente capítulo nos encargaremos de desarrollar los temas de tecnología y cambio tecnológico e innovación, enmarcado en el tema de monopolio y su sostenibilidad, así como el tipo de crecimiento económico que puede surgir de esto.

CAPÍTULO TRES

PROGRESO TECNOLÓGICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

3.1 TECNOLOGÍA Y PROGRESO TECNOLÓGICO

Cuando consideramos el avance de la humanidad es lógico presentarla a partir de las aportaciones que el hombre ha hecho en materia de ciencia y tecnología. La tecnología, en particular, y su impacto en la vida cotidiana son muestra clara del legado y/o la aportación de la misma a la posteridad, además de marcar la probable trayectoria que podría seguir en el futuro la sociedad. Sin la tecnología, el paso de la humanidad por la vida no se podría entender o explicar ya que de hecho es una de las principales características que distinguen al hombre de las demás especies vivas que ocupan a la tierra. La tecnología también les ha servido a los antropólogos para comprender el grado de desarrollo de alguna sociedad, al estudiarla a partir de los instrumentos, construcciones, artefactos, escritura, herramientas, armas, grabados, etc., y deducir la evolución alcanzada, al reconocer sus conocimientos, la aplicación dada y aportaciones logradas, lo que con simplicidad será definida como tecnología.

Si aplicamos el mismo método para evaluar el grado de avance de la humanidad de hoy, la tecnología, junto con la ciencia y su avance serían uno de los más importantes elementos que se considerarían para evaluar el adelanto de la humanidad, ya que éstos reflejarían los conocimientos que la sociedad tiene, entiende y puede dominar.

La tecnología y sus avances, en términos mucho más amplios, los podemos definir como el "vasto universo de objetos utilizados por la humanidad para hacer frente al mundo físico, para facilitar la relación social, para deleitar la fantasía, y para crear símbolos significativos".³⁵ Lo que nos lleva a conceptuarla como aquella actividad realizada por el hombre que nos permite buscar satisfacer alguna de las

³⁵ Schlereth, Thomas (1992:2). Tomado de Basalla, George (1991:13).

anteriores necesidades, a partir de transformar o cambiar lo que está a nuestro alcance a fin de hacer más llevadero nuestro paso por la tierra.

La creación de conocimientos, instrumentos, ideas, y su aplicación en cosas concretas tangibles o intangibles, no sólo es producto de la necesidad, sino también del deseo, de lo superfluo y de la diversidad, como nos lo comenta Basalla (1991:13-ss.), lo que es el reflejo de los innumerables desarrollos tecnológicos e invenciones, los cuales no pueden ser explicados en todos los casos por la necesidad únicamente, ya que también han existido otras motivaciones que impulsan al hombre a crear e innovar usando su parte lúdica, de la fantasía, los deseos y los anhelos como motivadores para descubrir nuevas cosas y obtener conocimiento nuevo, además de afectar directamente a esta actividad la diversidad de aspectos como el histórico, el geográfico y de conocimientos y pensamientos, los cuales han matizado los avances y descubrimientos humanos; siendo éstos excusas para desarrollar y plasmar ideas que incluso en un momento pueden no tener ninguna aplicación útil o práctica, pero que sin embargo se obtienen como resultado de la naturaleza creativa del hombre.

En resumen, tendremos que la tecnología y el progreso tecnológico serán procesos donde el hombre tiene una participación primordial, que pueden generar o generan cambios sociales, dependiendo de la profundidad que conllevan las transformaciones tecnológicas; y que nacen no sólo de la necesidad, sino también de otras motivaciones netamente humanas como son los deseos, anhelos, fantasías, teniendo uno o varios factores de diferenciación, que pueden ser: históricos, geográficos, culturales, de conocimientos y pensamientos, sociales, etc. Siguiendo con esta idea, Basalla nos propone una teoría de la evolución tecnológica compatible con las ideas propuestas por Shumpeter (1939 y 1942) de sistema económico evolutivo y procesos de destrucción creativa; la cual contempla cuatro conceptos: diversidad, continuidad, novedad y selección. Él los define, de forma sintética, como siguiente:

“El mundo artificial contiene mucha mayor variedad de cosas que las necesarias para satisfacer las necesidades humanas fundamentales. Esta *diversidad* puede explicarse como resultado de la evolución tecnológica

porque existe una *continuidad*; la *novedad* es una parte integrante del mundo artificial; y opera un proceso de *selección* en la elección de nuevos artefactos para reproducción y adición al cúmulo de cosas artificiales.” (Basalla, 1991:40).

Estos cuatro conceptos, o procesos, describen cómo el ingenio humano genera gran cantidad de “artefactos” e ideas, que no siempre son bien aceptados por la sociedad en un tiempo y espacio, los cuales sortean los procesos de continuidad y diversidad, ya que por un lado buscan similitudes con lo existente, pero por otro, lo realizan a partir de introducir cambios en las formas y métodos de realización, teniendo a la sociedad como el mecanismo regulador que premia o castiga a cada una de estas propuestas a través de la demanda.

Siguiendo con este planteamiento, podremos suponer la existencia de entes económicos que evalúan los avances y desarrollos tecnológicos a partir de ciertos parámetros y determinando otros a fin de decidir hacia donde dirigir sus afanes, no sin un margen de error, dada la diversidad de gustos y preferencias existentes.

Para los emprendedores y las empresas dichos parámetros serán aquellos que afecten ampliamente la ventaja competitiva o la estructura de la industria, ya que éstos servirán para marcar la diferencia y si tienen éxito significarán oportunidades que se pueden convertir en factores determinantes del poder de mercado. Esto es, que le permitan a la empresa obtener oportunidades que otras no tienen o adaptarse con mayor rapidez a los cambios generados en su entorno, a fin de posicionarse de mejor forma.

Porter (2002:170), al respecto nos dice:

“La tecnología afecta a la ventaja competitiva si contribuye decisivamente a determinar la posición relativa en costos o la diferenciación... Si una compañía puede descubrir una tecnología más eficiente para ejecutar una actividad que sus rivales, ganará una ventaja competitiva... la tecnología altera también la ventaja competitiva cambiando factores del costo o de la singularidad o incidiendo en ellos. El desarrollo tecnológico puede acrecentar o disminuir las economías de escala, hacer posibles las interrelaciones donde antes no lo eran, generar oportunidades para ventajas de oportunidad e incidir casi en cualquier otro factor de los costos o de la singularidad”

Por tanto, la tecnología deberá ser seleccionada de un número importante de opciones considerando el aporte de ésta para con la empresa, es decir, que si una tecnología puede generar una ventaja competitiva o influir de forma importante en los costos, entonces dicha tecnología será considerada fuertemente por sobre otras, a fin de fortalecer la posición competitiva de la empresa. Sin embargo, también hay que considerar la posibilidad de imitación como mecanismo de aceptación o rechazo de alguna tecnología, ya que es sabido que mientras sea más fácil de protegerla contra la imitación, esta tecnología tendrá mayor aceptación y viceversa (Nelson, 1959; Arrow, 1962a; Porter, 2002). Este mismo problema, que tiene implicaciones para el caso de propiedad industrial y creación y aplicación del conocimiento, ya había sido evidenciado por Nelson (1959) y Arrow (1962a), quienes auguraban que:

“cuanto mejor funcione este sistema de propiedad industrial menor tenderá a ser el bienestar, pero mayor el incentivo para producir conocimientos y, por el contrario, entre mayor sea el bienestar menor tenderá a ser también el incentivo para invertir en la producción de conocimientos nuevos” (Tirado, 1998:40).

Por tanto, podemos decir que, existe un cúmulo de nuevos conocimientos y aplicaciones que deberán de ser evaluados a fin de obtener las mayores ventajas en términos de baja imitación, aumento de la competitividad y disminución de costos, que permitan aumentar las ventajas de una empresa con respecto a las demás.

Hasta aquí hemos evidenciado a la tecnología y al cambio tecnológico como un proceso de transformación y adaptación que involucra tanto la satisfacción de las necesidades humanas básicas, como la satisfacción de su propia creatividad; proceso que ha acompañado a la humanidad a lo largo de toda su existencia, con el propósito, en muchos casos logrado y en otros no, de adaptar y cambiar al mundo a partir de su visión; siendo este propósito el promotor de innumerables innovaciones que nos han llevado a que hoy en día estemos involucrados en una era tecnológica, la que está presente en todo lo que hacemos, teniendo efectos sociales en todos los campos ya sea en la educación, la comunicación, la cultura, o en la política, sin faltar la economía y todo lo que ésta involucra.

En adelante nuestro interés se centrará en revisar parte de lo que ha sido el análisis teórico del cambio tecnológico y la innovación, así como sus consecuencias tanto para el sistema económico como para los mercados y las empresas. Para esto revisaremos en primer lugar al concepto base que permite hablar del cambio tecnológico y de la innovación, que es el conocimiento; después consideraremos a tres de las principales escuelas de pensamiento económico que han analizado la relación existente entre innovación y crecimiento económico. Por último, revisaremos el paradigma de la sociedad del conocimiento, ya que de acuerdo a los estudios del tema ha venido promoviendo el crecimiento económico teniendo como insumo preponderante al propio conocimiento, utilizando a las tecnologías de la información y la comunicación como mecanismo de difusión.

3.2 ECONOMÍA Y CAMBIO TECNOLÓGICO

3.2.1 El conocimiento y la innovación

El debate entre el proteccionismo versus la competencia no es nuevo, sin embargo preguntarse ¿por qué, bajo algunas circunstancias, el alto crecimiento puede ser mantenido a través de mayor proteccionismo y arraigadas políticas, mientras que bajo otras, el crecimiento parece requerir gran competencia y apertura? es algo que sí hicieron Aghion y Griffith (2005) determinando que:

“No hay una sino muchas máquinas de crecimiento las cuales no requieren las mismas instituciones o políticas. En países menos desarrollados o de ingreso medio, el crecimiento depende fuertemente del factor acumulación (inversión en capital, trabajo y capital humano o educación) y sobre la imitación o de la adaptación tecnológica de países más avanzados. Ambos, el factor de acumulación y la imitación pueden prosperar bajo competencia y entrada limitada (esto relaciona al bien conocido argumento de industria-infantil). Sin embargo, en economías avanzadas basadas en el conocimiento, donde el crecimiento potencial del factor de acumulación e imitación ha sido extenuado, las fronteras de la innovación llegan a ser la principal fuente de crecimiento. Para extender las fronteras de la innovación podemos requerir mercados abiertos y libre entrada, entonces los países deben moverse de instituciones menos competitivas a más competitivas a fin de mantener altas tasas de crecimiento en las distintas etapas de su proceso de desarrollo.” (Aghion y Griffith, 2005:2)

Es decir, que las relaciones entre competencia y proteccionismo variarán en la medida que varíen los tipos de economías, siendo más exigidas las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en aquellas economías con mayor madurez económica y progreso tecnológico, por estar al límite de la frontera de I+D+I y porque al tratar de mantenerse a la vanguardia del crecimiento económico no tendrán más opción que continuar con la ampliación del conocimiento que es base para la innovación.

Como se puede inferir de lo dicho por Aghion y Griffith (2005), existirán mayores o menores incentivos para promover la generación del conocimiento dependiendo del tipo de economía que se esté considerando y de qué hace para crecer, así como del tratamiento que le den al conocimiento para su aprovechamiento. Entonces, los procesos de generación, acumulación, dispersión y apropiación de los conocimientos serán elementos clave para su aprovechamiento, lo que en última instancia afecta positiva o negativamente al crecimiento económico.

Consideraremos como conocimiento, de acuerdo con Ernst y Lundvall (1997:22), a todo aquello que implique aprendizaje, y que puede desprenderse de numerosas formas de adquisición del mismo, tales como: *know-what*, *know-why*, *know-how* y *know-who*, los que a su vez están asociados a múltiples habilidades de acuerdo con el tipo de aprendizaje que se busque o se adquiera. No obstante, son el *know-how* y el *know-who*, quienes por su avanzado nivel de desarrollo en términos de obtención de conocimientos, habilidades y de interrelación social, los que serán de mayor interés para nuestros objetivos.

El *know-how* representa la capacidad de hacer algo con cierta destreza y dominio que permita al poseedor ser considerado experto o cercano a ese nivel, mientras que el *know-who* hace referencia a la capacidad de establecer grupos de expertos a fin de combinar sus capacidades, lo que tiende a ser indispensable para el proceso de innovación, el que entenderemos como 'aquel desarrollo económico que conlleva tanto novedad como importancia social',³⁶ lo que representa un proceso acumulativo por partida doble:

³⁶ Shepherd (2003:36), la innovación es: "dinámica, ocurriendo en el tiempo; aumentando el estado del arte, tal que más y mejores productos pueden ser conseguidos a partir de la misma cantidad de insumos... La tasa de innovación tiende a construirse sobre sí misma, creciendo geométricamente

“Por un lado, es evidente que hasta el cambio técnico más radical combina elementos del conocimiento desarrollados mucho tiempo atrás...

Por otro lado, es preciso reconocer que toda innovación radical se introduce por etapas en la economía... Es la difusión de la innovación entre los que van a la vanguardia y la retroalimentación que ello implica lo que hace posible depurar la innovación original e incrementar la población de usuarios potenciales” (Johnson y Lundvall, 1994:697).

Considerando tanto la cita anterior como lo dicho por Ernst y Lundvall, entenderemos al proceso de innovación como aquel que conlleva tanto la incorporación de conocimientos y aprendizaje como la generación de grupos de trabajo de expertos que al ir compartiendo su *expertise* pueden construir nuevo conocimiento al depurar y modificar avances y desarrollos primarios o intermedios hasta llevarlos al punto de generar bienes y/o servicios con viabilidad económica.

Como sabemos, las innovaciones pueden dividirse en tres formas: 1) en la producción de un nuevo bien, 2) en las variaciones de los coeficientes técnicos de las producciones ya existentes, 3) en las variaciones de la calidad de los productos (Labini, 1964:165), por lo que las empresas deberán decidir, con cierto grado de holgura, hacia que vertiente apostarán, calculando las actividades más rentables, al considerar tanto sus propias capacidades tecnológicas, organizativas, financieras, empresariales, etc., como la de sus competidores reales o posibles, sin dejar de ver la trayectoria que sigue el mercado y los mercados cercanos, a fin de tener en la medida de lo posible, una visión ampliada de su presente y futuro.

Hasta aquí el proceso de generación de innovación parece simple, muy cercano al proceso de organización y administración, lo que no es del todo cierto ya que falta conectarlo con el de la transformación del conocimiento tácito en codificado y también con la revolución de la tecnología de la información y la economía del aprendizaje.

El conocimiento tácito es considerado como un tipo de conocimiento especializado que involucra la capacidad de integrar en una misma persona varias habilidades y conocimientos complejos que además son difíciles de transmitir. Una vez que esos conocimientos puedan ser expresados y organizados de tal forma que puedan

como el interés compuesto. Una sostenida tasa alta de innovación puede acumular altas ganancias extremas sobre una serie de años”, que representa otra forma de ver a la innovación.

sean transmisibles hacia otras personas y/o máquinas o programas, equipos o procedimientos, el conocimiento se convierte en codificado, lo que implica una baja sensible en costos. Siguiendo esta idea podemos decir que el conocimiento tácito es un bien rival, porque su uso implica que no puede ser utilizado por alguien más y además es excluible porque el propietario puede excluir a los demás de su uso, pero en la medida que éste se codifica pierde las capacidades de rivalidad y exclusión al permitírsele que pueda ser aprovechado y utilizado por más de una persona a la vez³⁷. Ernst y Lundvall (1997:28) hablando al respecto dicen que:

“El mayor impacto de la revolución de la tecnología de la información en el proceso de aprendizaje puede, sin embargo, ser que acelere el proceso de cambio en la economía. La codificación, estandarización y formalización de algunas partes del stock de conocimiento aumenta la tasa con la que algunos niveles en el proceso de innovación están progresando y la difusión de ésta clase de conocimiento puede también ser acelerada. A fin de ver por qué las habilidades y la formación de habilidades permanecen como elementos centrales detrás del desempeño económico, necesitamos tomar en consideración la relación entre aprendizaje y cambio.”

En este sentido, los sistemas económicos no sólo deberán servir para generar y aprovechar los conocimientos, sino también para codificarlos y así acelerar el proceso de su difusión y aprovechamiento, aumentando así el impacto que éste tenga en la economía en general, lo que por necesidad acelerará el proceso de innovación en la renovación del conocimiento.

Esta circunstancia evidencia que las naciones deberán estar preparadas en términos de educación y/o capacitación con el fin de captar, asimilar y aprovechar los conocimientos existentes y disponibles dada la gran competencia que éstos pueden generar. Los conocimientos codificados implican un grado menor de exclusividad, pero ésta puede ser de tal forma que sólo especialistas en el tema puedan comprenderlos, lo que hace indispensable la educación y capacitación para su entendimiento, asimilación y aprovechamiento. La OECD dice al respecto que:

³⁷ Para una revisión más detallada de los conceptos y su relación con la tecnología revisar a Romer, (1990).

"I+D interior, i.e. negocios, gobierno e investigaciones universitarias, son también importantes conductores del crecimiento de la productividad multifactorial. También son la clave para aprovechar el conocimiento extranjero; países que invierten en su propia I+D se benefician más de la I+D extranjero. El rol importante de la I+D en el crecimiento de la productividad multifactorial y el aumento del gasto en I+D sugiere que puede no estar explotado el potencial para mejorar el crecimiento del desempeño en muchos países OECD. Para ayudar a darse cuenta de ese potencial, las políticas tienen un rol central que jugar asegurando que las nuevas innovaciones se continúen desarrollando y que sean difundidas a través de la economía. Los gobiernos pueden ayudar entre cuatro principales formas: establecer los incentivos correctos para la innovación; asegurar la generación de nuevo conocimiento; hacer su propia inversión en innovaciones más efectivas y mejorando interacción entre los principales actores en el sistema de innovación, es decir, universidades, instituciones de investigación y empresas." (OECD, 2001:41-2).

Lo que implica que la última parte del ciclo de generación de conocimiento se logra cuando éste es aprovechado para generar nuevo conocimiento que aliente al círculo virtuoso descrito anteriormente.

Otros aspectos relacionados al aumento de la productividad y el crecimiento son las tecnologías para la información y comunicación (TIC), los sistemas de derechos de propiedad industrial, así como de otros mecanismo para la generación y difusión de los conocimientos, entre los que se encuentran las legislaciones sobre patentes, los sistemas educativos, los medios de difusión y divulgación científica y tecnológica, los fondos de los gobiernos, las actividades de producción conjuntas, así como la flexibilidad de los mercados de trabajo, los que pueden ser paliativos para la difusión o concentración del conocimiento (OECD, 2001:44-47).

De los resultados imputados a los diversos sistemas de derechos de propiedad industrial (DPI) en los países de la OECD, uno de los más destacados es el de los EUA, ya que ha podido sacar ventajas sobre los demás sistemas por su tendencia hacia la codificación de los conocimientos a través tanto de su legislación de patentes como de su sistema educativo y de divulgación de conocimientos científicos y tecnológicos, además de la flexibilidad de su mercado laboral, que genera un ambiente de difusión y decodificación del conocimiento que permite la

construcción de un clima de alta competencia, dada la mayor capacidad de los agentes de adquirir y adaptar conocimientos (OECD, 2001:50).

Así, podemos decir que el hecho de que la innovación se haya convertido en un mecanismo para competir no es casualidad, sino más bien obedece a una serie de situaciones a las que se enfrentan las empresas con mayor frecuencia como son la mayor especialización y/o sofisticación de la demanda de los consumidores³⁸, o el constante aumento de la competencia; esto sin descontar la búsqueda de mayor participación del mercado, las disminuciones de costos o el tratar de incrementar los beneficios por parte de la propia empresa. Lo que se ha traducido en un proceso de aumento de la productividad multifactorial, en conjunto con un cada vez menor ciclo de vida de las innovaciones, producto de la combinación de todos o algunos de aquellos factores.

Entonces, el proceso de aumento de la productividad a través de la innovación y de la utilización de conocimiento codificado, que se difunde y asimila de manera más rápida provoca una mayor tasa de caducidad de las innovaciones que conducen a aumentar la inversión en la generación de nuevo conocimiento para seguir aumentando la productividad, la que se ve afectada por el conocimiento pasado que cada vez con más rapidez es de conocimiento común y por tanto susceptible a ser obsoleto en menor tiempo.

El crecimiento económico se ve afectado también por estos procesos, ya que al ser las economías que primero aprovechan los conocimientos, las que en mayor medida se benefician son éstas las que producen el recambio del conocimiento con el fin de aprovecharlo por más tiempo y de mejor forma.

3.2.2 Mecanismos que dinamizan la innovación según Sylos Labini

³⁸ De acuerdo con Taichi (1991:215-ss), los progresos en telemática –comunicación informática- se han afectado principalmente a tres aspectos de la producción: se ha ahorrado energía, se han conservado recursos y se han reducido los costos de la diversificación. Para este último punto, la introducción de ordenadores en la producción ha permitido procesar con relativa facilidad una multitud de productos en la misma línea de producción, lo que se ha traducido en que los consumidores puedan tener bienes cada vez más acordes con sus gustos y preferencias, sin que esto se traduzca en un precio exorbitante.

Sylos Labini (1964) propone algunos mecanismos que permiten el desarrollo de la innovación con un claro énfasis en las empresas oligopólicas y monopólicas, ya que considera que ese tipo de empresas son determinantes para la innovación, y para el tema que estamos desarrollando.

Dicho autor propone tres mecanismos para incentivar la innovación: 1) una disminución en los precios de los factores productivos, 2) una disminución de (la tasa de) interés sobre los préstamos, y 3) un aumento de la demanda.

Una disminución en los precios de los factores productivos, en condiciones de libre competencia, normalmente se traduce en un aumento de la inversión, dada la accesibilidad para su adquisición y posibilidad para que estas ventajas se traduzcan en disminución de los precios. En este tipo de mercado será automático que todas las empresas quieran aprovechar estas disminuciones para replicarlas en los precios y hacerlas más competitivas. Sin embargo, para el caso de los oligopolios y monopolios, el incentivo de buscar disminuir los precios dado que los costos se redujeron no actúa directamente, ya que su ventaja competitiva no depende directamente de vender más barato, sino de vender más al mejor precio a fin de maximizar sus beneficios. Los beneficios excedentes podrán dirigirse hacia engrosar el gasto de los accionistas de las empresas o para invertirlo en actividades encaminadas a la I+D+I, que sería lo más indicado cuando existen empresas con potencial para entrar al mercado monopólico.

Los mercados en competencia perfecta o cercanos a ellos tienen menor probabilidad de desarrollar actividades de I+D, debido a su baja capacidad para obtener recursos adicionales para invertir en dichas actividades, mientras que para las empresas oligopólicas y monopólicas tendrán oportunidades totalmente opuesta. Labini (1964:176), al respecto dice:

“La autofinanciación, o sea, el financiamiento interno del desarrollo productivo de una empresa consiste en la inversión de los beneficios. Cuando la autofinanciación se convierte en un proceso continuo, es necesario preguntarse en qué forma las empresas consiguen obtener los beneficios disponibles para la inversión.

En el régimen de libre competencia, una autofinanciación continua es posible sólo si *los costes se reducen constantemente*. Los beneficios extraordinarios permiten la autofinanciación en un breve período. Son

caducos simplemente porque los precios tienden a disminuir junto con los costes.”

El autofinanciamiento a partir de una reducción constante de los costos es una condición mucho más factible para las estructuras oligopólicas y monopólicas, lo que les dará ventajas por sobre las empresas competitivas para la inversión en I+D. El hecho de que las empresas competitivas participen en mercados de bienes maduros, limitan de buena forma las oportunidades de tener disminución de costos acelerados.

En el caso de los mercados monopólicos y oligopólicos en donde es factible contar con rendimientos crecientes, se facilita el autofinanciamiento dada la tendencia a tener precios más estables y mayores que los costos “si los costes disminuyen, los precios disminuyen menos o no disminuyen en absoluto; en consecuencia, aumentan los beneficios (con lo que se aumenta la autofinanciación) y aumentan los salarios” (Labini, 1964:177)³⁹. Situación que representa ventajas y desventajas para la sociedad. Entre las ventajas está la generación de más y mejores bienes y servicios, aunado a un posible aumento de salarios. No obstante, cuando los precios de los bienes que ellos producen son inelásticos, implica que la sociedad se verá afectada de forma negativa.

Ahora bien, tener los recursos para financiar proyectos de inversión, significa analizar cómo o de qué forma se invertirá, lo que supone una evaluación sobre las alternativas disponibles e invirtiendo en aquellas con mayor posibilidad de aumentar la posición de privilegio.

El problema de esta decisión, es que puede traer consigo un alto grado de incertidumbre, dada la imposibilidad de saber cuáles serán los resultados a los que se arribará. En un mercado marcado por grandes avances tecnológicos sobre todo en los campos de las telecomunicaciones y las tecnologías de información y comunicación (TIC's), aunado a hecho innegable de que en el mundo en las últimas décadas empresas como: “bancos, empresas automotrices y compañías de alta tecnología estaban obteniendo ganancias considerables en productividad y

³⁹ Se incluye en el anexo 1 una revisión más detallada sobre como determinan las empresas oligopólicas y monopólicas su condición de maximización de beneficios, lo que permite evidenciar lo que dice Labini, sobre el incentivo del precio para la innovación.

una mayor innovación en productos y servicios ofrecidos a los consumidores, como resultado de las mejores redes de comunicación e información que surgieron gracias a la competencia” (Székely, 1995:21), permite alcanzar mayor eficiencia con sólo aprovechar las oportunidades que dichas tecnologías generan. Székely (1995:24) nos dice al respecto que, “La tecnología, la revolución en las demandas de los clientes y la necesidad de aprender todas las posibilidades para combinar y hacer compatibles las capacidades de las tecnologías con las de los consumidores, explican la revolución permanente que observamos en la industria de las comunicaciones globales”, lo que pone en perspectiva todo intento de innovación de las empresas, no importando a que mercado pertenezca.

Siguiendo el caso de las innovaciones, podemos decir que aquellas que permiten generar nuevos bienes y/o servicios traen consigo un proceso de destrucción creativa (Schumpeter, 1942), ya que como comenta Székely (1995:21) “Las compañías a menudo se han encontrado con que los recursos de comunicación e información avanzadas sólo son costeables si están dispuestos a reorganizar sus estructuras, sus modos de trabajo y su filosofía”; lo que es compatible con procesos de reestructuración o reingeniería que refieren a la mayor eficiencia, al afectar la forma de producir y/o vender.

Los cambios, por su parte, en los bienes y servicios, conllevan la búsqueda de semejanzas con los productos anteriores, como nos dice Hotelling (1929:54)⁴⁰, lo que supone una baja desconexión con lo que se conoce y por tanto una mayor aceptación, teniendo que la introducción de bienes y servicios completamente nuevos puede generar un alto grado de rechazo a menos que se logre conectarlos con la mayor o mejor satisfacción de las necesidades de los consumidores.

Las innovaciones en procesos, que tienen por objeto hacer más eficientes a los procesos productivos a partir de cambios en cantidad y/o calidad de los insumos y factores productivos, suelen tener una mayor aceptación, ya que no implican cambios que puedan ser fácilmente percibidos por los consumidores finales; mientras que cambios en la calidad del bien y/o servicio, deberán pasar por la aprobación de los consumidores para su aceptación.

⁴⁰ Referencia tomada de Stephen (1993:262).

En resumen, tenemos una descripción del proceso de innovación a partir del conocimiento y los cambios que éste ha traído consigo, considerando sus implicaciones para las empresas monopólicas y oligopólicas.

3.3 LA TEORÍA ECONÓMICA, EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA INNOVACIÓN

3.3.1 Introducción

La teoría económica para explicar cómo crecen las economías a partir de la tecnología ha derivado en tres diferentes visiones o escuelas de pensamiento que lo explican.

La escuela que en primer lugar ha ofrecido una explicación es la *teoría neoclásica*, pero debido a los problemas que esta ha pasado para dar una explicación convincente se han generado dos versiones más, una a cargo de las *teorías del nuevo crecimiento*, y otra por parte de la *teoría evolutiva* las que en últimas fechas han mostrado ciertos signos de convergencia.

Fue la escuela neoclásica la que primero se interesó en el tema, específicamente en la década de los 50, y después de que Solow presentara dos trabajos, en 1956 y 1957, en los que pretendía definir el comportamiento de la economía, basada en una función de producción agregada y en los supuestos neoclásicos, en el largo plazo, y así medir la contribución de cada factor productivo utilizando datos de la economía de EEUU para el periodo de 1909-1949. El tema tomó relevancia cuando la mayoría del crecimiento no dependía de los factores productivos, sino del término de cambio tecnológico, que era interpretado como un término no explicado por el modelo. De las dudas surgidas, otros economistas como Denison (1967) y Maddison (1987), buscaron realizar una contabilidad más precisa del crecimiento económico, sin embargo la insatisfacción continuó, debido a que para los detractores del crecimiento de la productividad multifactorial (PMF) su explicación era más cercana a una "caja negra" donde no se observa qué es lo que realmente pasa con el cambio tecnológico, además de que éste es tratado

como exógeno al proceso de crecimiento". Esta condición se mantuvo salvo en algunos excepciones como Arrow (1962a), quien propone al cambio tecnológico como un proceso de aprendizaje que se incorpora a la producción a través de la experiencia adquirida al desarrollar actividades productivas constantemente.

Entre los cuestionamientos más fuertes hacia esta escuela encontramos lo que comenta la OECD (2000):

"La tasa estimada de crecimiento de la PMF en estudios neoclásicos es poco probable que sea contabilizada apropiadamente para el rol del cambio tecnológico y la innovación por al menos dos razones: Primero, una importante parte del cambio tecnológico es encarnado en los insumos capital y trabajo. La maquinaria, el equipo y las estructuras usadas en el proceso de producción están en sí mismas sujetas al cambio tecnológico. El cambio tecnológico está también acompañado por un crecimiento de la demanda de habilidades y un mejoramiento de la calidad del insumo trabajo. Segundo, porque la PMF es calculada como un residual, todos los errores de medición se convierten en parte de ella. No obstante, la PMF está comúnmente asociada con el cambio tecnológico, ya que una adecuada contabilidad de insumos en el proceso de producción implica que el cambio tecnológico no asociado (tal como cambio organizacional y aprendizaje por ejecución) y efectos colaterales asociados al cambio tecnológico se incorporarán a la PMF" (OECD, 2000:99).

Tanto la escuela de las *nuevas teorías del crecimiento* como la *teoría evolutiva*, comparten la visión que describe la OECD, en cuanto a los problemas que presenta la teoría neoclásica para explicar al crecimiento económico a partir del cambio tecnológico y la innovación, pero también consideran o retoman, para explicar el proceso de innovación y crecimiento económico, los trabajos de Schumpeter (1939) (1942), lo que las hace cercanas en sus planteamientos y tesis, no así en su forma de explicar la relación existente.

Específicamente, las *nuevas teorías del crecimiento*, tratan al proceso de crecimiento como endógeno, considerando al capital humano, la inversión en I+D, los bienes de equipamiento o la inversión en infraestructura pública, como los factores que afectan positivamente al cambio tecnológico (Aghion y Howitt, 1990 y 1998; Grossman y Helpman, 1993; Helpman, 1998).

Esta escuela considera que dichos factores generan rendimientos crecientes con su inversión en actividades productivas tanto endógenamente como a través de

efectos colaterales producto de la inversión en tecnología y/o reformas estructurales (Aghion y Griffith, 2005).

Esta escuela también incorpora, para la explicación del crecimiento económico y su vinculación con la innovación, a las teorías de la organización industrial (OI), lo que permite engarzar factores estratégicos que funcionan como mecanismos de promoción e introducción de nuevas tecnologías e innovación, con los objetivos de las empresas como son: aumentar su participación en los mercados, disminuir costos o aumentar su rentabilidad.

La teoría evolutiva desarrollada por Nelson y Winter (1982), llamada así por la analogía que sus desarrolladores encuentran entre el comportamiento de las empresas y el de los seres vivos, es decir entre la economía y la biología, donde los seres más capacitados sobreviven en el tiempo mediante procesos de adaptación al medio ambiente haciendo uso de la herencia, que es la base del planteamiento de la teoría evolutiva de Darwin (1859), y que éste autor definió como descendencia con modificaciones cuando los rasgos de las especies mejor adaptadas se convierten en los rasgos comunes de la mayoría de la población. La selección natural la planteó como el caso donde las especies mejor adaptadas sobreviven y se reproducen.

A diferencia de la teoría neoclásica, esta teoría, reconoce la existencia de información asimétrica y mercados imperfectos, lo que hace diferentes a las empresas en su concepción, porque éstas condiciones permiten que algunas se puedan adaptar mejor que otras, dada la diferencia en su capacidad de acumular conocimiento y aprender y de que este cúmulo define trayectorias tecnológicas, es decir es "*path-dependent*", que no son lineales porque involucra interacciones entre diferentes niveles de investigación e innovación a partir de la interacción entre el mercado, las organizaciones e instituciones (normas sociales, regulaciones, etc.), lo que hace viable para su análisis la incorporación del concepto de sistema nacional de innovación (SNI) porque es allí donde se concentran las políticas de innovación y tecnología, por lo que para entender cómo se dan o no las innovaciones es necesario su análisis lo que conlleva la

integración e interrelación de instituciones y organizaciones gubernamentales, educativas y de investigación científica y empresariales.

3.3.2 La escuela neoclásica y el crecimiento económico

Dada la gran cantidad de información que hay al respecto, nos concentraremos en algunos trabajos que consideramos importantes para entender el avance que esta escuela ha tenido en el tema, así como en aquellos que sirvan para los propósitos de este trabajo.

El tema del cambio tecnológico resurgió en la década de los 50, después de que Robert Solow en 1956 publicara su artículo "A contribution to the theory of economic growth", en el que buscaba explicar las fuentes del crecimiento económico de largo plazo, del que concluye que la acumulación de capital físico no puede explicar todo el producto per cápita, sino sólo una pequeña parte, mientras que la restante se estaría explicando, por deducción, por factores exógenos. En 1957 publica un estudio empírico, basado en su anterior trabajo, que trata de medir la contribución de cada factor utilizando datos de la economía de EUA para el periodo de 1909-1949, lo que confirma los anteriores resultados.

De una forma muy rápida expondremos el modelo de Solow (1956)⁴¹, que inicia con una función de producción del tipo:

$$Q = F(K, Lt) \quad (1)$$

donde Q , representa el producto, K y L son los insumos o factores productivos capital y trabajo y t representa al tiempo, el cual está dentro de la función a fin de permitir el cambio tecnológico. Partiendo del concepto de cambio tecnológico neutral⁴² propone una representación alterna de la función de producción dinámica (1).

⁴¹ El modelo es conocido también como Solow-Swan debido a que en ese mismo año un economista australiano de nombre T. W. Swan presentó un trabajo llamado "Economic growth an capital accumulation" que en general llegaba a las mismas conclusiones, aunque con una menor carga matemática.

⁴² El progreso tecnológico es neutral si mantiene el balance entre el capital y el trabajo en una forma que será especificada. De otra forma si se inclina a favor de uno de los factores de producción es ahorrador de trabajo o de capital. Intuitivamente podemos decir que una innovación es ahorradora de trabajo si la participación del trabajo en el producto decrece. Similarmente, es ahorradora de capital si la participación del capital decrece lo que significa que la participación del

$$Q = A(t)f(K, L) \quad (2)$$

Donde $A(t)$ es un factor exógeno multiplicativo que mide los efectos acumulados de los cambios en el tiempo y no está determinado por el productor o las condiciones de los precios de los factores.

Al derivar totalmente a (2) con respecto al tiempo, dividiendo el resultado por Q y definiendo a w_K y w_L como las participaciones relativas de capital y trabajo⁴³ se obtiene:

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \left(\frac{\dot{A}}{A} \right) + w_K \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) + w_L \left(\frac{\dot{L}}{L} \right) \quad (3)$$

donde las variables con punto representan las derivadas con respecto al tiempo, mientras que los términos entre paréntesis son las tasas de crecimiento de las variables que componen al producto y los términos fuera de ellos son las participaciones o pagos que recibe cada factor productivo.

El crecimiento del producto, de acuerdo a esa ecuación, depende del crecimiento tanto del capital como del trabajo, además del cambio tecnológico, éste último definido como "cualquier clase de cambio en la función de producción. Por lo tanto desaceleraciones, aceleraciones, mejoras en la educación de la fuerza de trabajo y toda clase de cosas aparecerán como cambio tecnológico" (Solow, 1957:345).

trabajo crece. Si la participación de los factores no es afectada entonces la innovación es neutral (Ramanathan, 1982:74).

⁴³ La función de producción $Q = A(t)f(K, L)$, se define por hipótesis como homogénea de grado uno, lo que es compatible con las condiciones de competencia de mercado y permite, utilizando el teorema de Euler, obtener el siguiente resultado.

Derivando totalmente a (2) con respecto al tiempo tenemos que:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{\partial Q}{\partial A} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial K} \frac{\partial K}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial t} = f(K, L)\dot{A} + A(t)f'(K, L)\dot{K} + A(t)f''(K, L)\dot{L}$$

Y dividiendo este resultado por Q tenemos que:

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \left(\frac{\dot{A}}{A} \right) + \frac{KQ_K}{Q} \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) + \frac{LQ_L}{Q} \left(\frac{\dot{L}}{L} \right)$$

Donde, del lado derecho de la igualdad, los términos entre paréntesis son las tasas de crecimiento de las variables que componen al producto y los términos fuera de ellos son las participaciones o pagos que reciben cada factor (capital y trabajo) que se definen como w_K y w_L respectivamente, obteniendo (3).

La conclusión sobre la participación de los factores en el producto fue que el 87.5% de crecimiento es atribuible al cambio tecnológico y el restante 12.5% de incremento al uso de los factores productivos; lo que cuestionó al tema de cambio tecnológico, y lo que quería decir, ya que si la mayor parte del crecimiento estaba determinado por éste, entonces deberíamos conocer más sobre él y su proceso de creación, ya que de él depende, en su mayoría, el crecimiento económico.

Las primeras explicaciones indicaban que los precios son positivos para los factores productivos, mientras que para el conocimiento al ser un bien libre, serían cero, situación que, por un lado es compatible con las condiciones básicas de existencia del equilibrio en condiciones de competencia, es decir, se tendría un vector de precios no negativo en cada mercado, y por otro, permitirían que cualquiera pueda acceder a él sin ninguna restricción porque no hay que pagar nada y que además es producido por una entidad exógena a los productores (Tirado, 1998:23).

La introducción del cambio tecnológico y del conocimiento como la causa principal del crecimiento permitió clasificar a los modelos como exógeno o endógeno dependiendo de si éstos eran explicados dentro o fuera del sistema económico. Dicho de otra forma, cuando las innovaciones son inducidas por cantidades existentes de recursos y la cantidad de progreso tecnológico y sus efectos sobre el producto son determinados dentro del sistema, entonces el progreso tecnológico es endógeno (Ramanathan, 1982:), mientras que el caso considerado por Solow (1957) se cataloga como exógeno, porque no es generado por un ente económico, sino introducido al modelo como un factor del que todos se pueden apropiar, sin tener que pagar.

Además, como dijo Arrow, la producción de conocimientos con efectos económicos presenta dos características incompatibles con la asignación óptima de los recursos en la competencia perfecta: su apropiabilidad es parcial, ya que los conocimientos adquiridos y los resultados obtenidos por su naturaleza no puede ser apropiados en su totalidad, en gran parte porque tienen un bajo costo de transmisión, lo que los hace de fácil distribución, y además los sistemas de protección legal no pueden proteger del todo a algo tan intangible como la

información y los conocimientos; y la actividad de investigación se realiza bajo incertidumbre, "porque el producto (la información obtenida) nunca puede pronosticarse a la perfección a través de los insumos." (Arrow, 1962b:172); lo que hace a la creación de información y conocimientos una actividad de alto grado de incertidumbre, situación que limita los incentivos para la inversión en ésta actividad. Arrow (1962b:175) concluye que: "es de esperarse que en una economía de libre empresa se invierta menos en invención e investigación (en comparación con lo ideal) porque tal inversión es riesgosa, porque el producto sólo puede apropiarse en medida limitada, y a causa de los rendimientos crecientes del uso. Esta deficiencia de la inversión será mayor en el caso de la investigación básica". Esta aseveración también fue señalada por Nelson (1959:149) al decir que: "La cantidad de recursos que una sociedad debiera asignar a la investigación básica (ya que es ésta la base para cualquier conocimiento) es la cantidad que maximiza el beneficio social", pero como éste presenta características de baja apropiabilidad y de alto riesgo, la inversión siempre será menor a dicha cantidad; por lo que ahora tendremos que ver qué pasa con este tema en el caso de empresas monopólicas.

A fin de profundizar en el tema presentaremos el modelo de Arrow (1962b), el cual nos permite considerar a la invención e innovación y sus incentivos en un contexto de mercados competitivos y compararlo en uno donde prevalece el monopolio.

Siguiendo a Arrow (1962b:175-7), presentamos su método para definir los incentivos que tienen las empresas tanto en un mercado de competencia como en un monopolio para inventos reductores de costos, definiendo como fuente de innovación a un inventor para el caso competitivo y, para el monopolio, a la propia empresa. Aquí Arrow sostiene que el incentivo para inventar es menor bajo condiciones monopólicas que bajo competitivas, pero incluso en el último caso será menor que lo deseable socialmente.

Suponiendo que los costos serán constantes antes y después de la invención, los costos estarán representados por c antes de la invención y $c' < c$ después; por lo que el precio competitivo antes de la invención será igual a c . La demanda correspondiente será x_c ; y si r es el nivel de regalías, el precio competitivo

después de la innovación será $c' + r < c$, dado que las empresas son libres de producir con más o menos eficiencia.

Se asume además que las curvas de demanda y de ingreso marginal son decrecientes; con $R(x)$ como la curva de ingreso marginal. El producto monopolístico antes de la invención, x_m , será definido por la ecuación:

$$R(x_m) = c.$$

Similarmente, el producto monopolístico después de la invención está definido por:

$$R(x'_m) = c'$$

Sean los precios del monopolio correspondientes a los productos x_m y x'_m , p_m y p'_m , respectivamente. Finalmente sea Π y Π' los beneficios monopolísticos antes y después de la invención, respectivamente.

Ahora, calculando las regalías que deberá recibir el inventor en una situación competitiva, tenemos que él calcula p'_m , el precio de monopolio óptimo que obtendría en la situación pos-inversión. Si la reducción de costos es suficientemente drástica que $p'_m < c$, entonces su política más rentable es establecer r tal que el precio competitivo sea p'_m , esto es:

$$r = p'_m - c'.$$

Para este caso, las regalías del inventor son iguales a los beneficios que lograría un monopolista bajo las mismas condiciones, es decir que sus incentivos a invertir serán Π' .

Supóngase sin embargo, que estas regalías son aquellas que corresponden a $p'_m > c$. Dado que el precio no puede exceder c , el inventor establecería sus regalías como la diferencia entre el costo antes y después de la invención, es decir,

$$r = c - c'.$$

El precio competitivo sería c , y las ventas permanecerían en x_c . El incentivo del inventor sería $x_c(c - c')$.

Para el monopolista el incentivo es claramente $\Pi' - \Pi$, la diferencia entre sus ganancias pre y pos inversión. En el primero de los dos casos citados, el incentivo monopolista es obviamente menor que el incentivo del inventor bajo competencia,

que es Π' , ya que el inventor, como jugador nuevo, atrapa toda la ganancia, mientras el monopolio sólo la diferencia entre la situación pre y pos invención, es decir $\Pi' - \Pi$. El poder monopolístico pre-invencción actúa como un fuerte desincentivo a seguir innovando.

Para el segundo caso tenemos que el incentivo monopolístico, $\Pi' - \Pi$, es el cambio en ingresos menos el cambio en el costo total de producción, esto es:

$$\Pi' - \Pi = \int_{x_m}^{x'_m} R(x) dx - c'x'_m + cx_m$$

Dado que el ingreso marginal $R(x)$ es decreciente, debe ser siempre menor que $R(x_m) = c$ como x crece de x_m a x'_m , tal que:

$$\int_{x_m}^{x'_m} R(x) dx < c(x'_m - x_m)$$

$$\Pi - \Pi' < c(x'_m - x_m) - c'x'_m + cx_m = (c - c')x_m.$$

En el caso considerado, el precio de monopolio pos-invencción, p'_m es mayor que c .

Por tanto, con una curva de demanda decreciente, $x'_m < x_c$, la anterior desigualdad muestra que el incentivo del monopolista es siempre menor que la reducción de costo en el producto monopolístico de la pos-invencción, que en este caso es, a su vez menor que el producto competitivo (antes y después de la invención). Dado que el incentivo del inventor bajo competencia es la reducción de costo en el producto competitivo, éste incentivo será siempre mayor que el del monopolista.

Arrow (1962b:177) concluye que el "único terreno para el que el monopolio pueda crear incentivos superiores para inventar es que la apropiabilidad pueda ser mayor bajo monopolio que bajo competencia. Cualquier diferencia que pueda existir deberá, por supuesto, ser todavía comparada en contra del desincentivo monopolístico creado por sus beneficios monopolísticos pre-invencción."

Esta situación conocida como el *efecto sustitución* de Arrow, puede parecer un contundente desincentivo a la innovación por parte del monopolio, sin embargo es también Nelson (1959:156-7) quien apunta dos razonamientos al respecto: a) son las grandes empresas con una base tecnológica amplia, quienes al desarrollar actividades de investigación básica pueden lograr, no importando los resultados obtenidos, apropiarse de ellos, y/o además, si así lo deciden, tener la posibilidad

de vender o rentarlos a partir de ser patentados y b) las empresas pertenecientes a una industria con bajo nivel de desarrollo de ciencia básica se pueden organizar para invertir en ésta con la motivación de que los resultados serán compartidos por los integrantes. Lo que hace suponer que serán las empresas monopólicas y oligopólicas las que pueden, a partir de sus excedentes, invertir con mayor facilidad y aprovechar los resultados de sus actividades en investigación básica, situación que les permitirá desarrollar nuevo conocimiento e invenciones, haciendo factible la incursión en nuevos mercados, así como una integración horizontal o vertical, según sea el caso, al explotar económicamente sus descubrimientos patentando, vendiendo o rentando los resultados obtenidos.⁴⁴

Además, Aghion y Griffith (2005) contrasta lo dicho por Arrow (1962b), considerando a su *efecto sustitución* como un factor de desaliento de la innovación de las empresas preexistentes con respecto a las empresas entrantes innovadoras, el que se debe de equiparar con otro efecto, el cual considera que la empresa preexistente puede perder más si deja que la potencial entre, llamado el *efecto disipación de rentas*, quien será un incentivo para que la empresa preexistente innova. El resultado deberá considerar ambos efectos y determinar cuál es el dominante, lo que manifestará si el monopolio pierde su situación y comparte el mercado o se sostiene por un periodo más.

Aghion y Griffith (2005:13) ahonda en los efectos, de la forma siguiente:

“El efecto sustitución, descubierto por Arrow en 1962, refiere al hecho de que, por innovar, el monopolista titular sustituye, sus propias rentas, mientras que el entrante potencial no tiene rentas preexistentes que remplazar. Si todo lo demás permanece igual, este efecto inducirá a la entrante a invertir más en la carrera que la empresa titular. Por otro lado, el efecto de disipación de renta refiere al hecho de que la titular puede perder más por dejar que la entrante gane la carrera (ella gasta la diferencia entre las rentas monopólicas corrientes y las rentas duopólicas si la entrante innova) lo que la entrante potencial hace dejando que la titular gane la carrera (ella pierde la diferencia entre lo que pueden ser las rentas de si ella ha ganado la carrera y cero con el triunfo de la titular). El efecto disipación de la renta puede o no contrarrestar el efecto sustitución. Si lo hace,

⁴⁴ Nelson (1959:156-7) hace referencia de algunos ejemplos de grandes empresas con una amplia base tecnológica que les permite incursionar en mercados diametralmente distintos como el caso de Eastman Kodak, quien entró al negocio de las vitaminas al encontrar una nueva forma de sintetizar la vitamina B.

entonces la titular finaliza invirtiendo más en la carrera que la entrante potencial.”

En este sentido, la empresa monopólica que considere a la innovación como el mecanismo para mantenerse como tal en el largo plazo deberá sopesar los dos efectos y decir si es conveniente invertir en I+D+I.

El tiempo también es un factor que juega un papel destacado, ya que como dice Shepherd (2003), la innovación es dinámica, se construye en el tiempo y sobre sí misma, permitiendo que el estado del arte aumente geométricamente. Concluye diciendo que: una alta tasa de innovación conlleva altas ganancias en el tiempo. Así, es observable que las oportunidades en esta era se construyen aprovechando el conocimiento existente para crear más, con el propósito explícito de aumentar la productividad, las ganancias y por supuesto la participación en el mercado.

Ahora bien, siguiendo con la presentación del proceso de innovación en la escuela neoclásica, revisaremos un tema clásico y precursor de la incorporación del progreso tecnológico en los modelos de esta escuela. Es el modelo de aprendizaje por ejecución de Arrow (1962a), el cual no sólo ha servido de inspiración de esta escuela de pensamiento sino de otras como veremos más adelante.

Según Arrow “El cambio tecnológico, en general, se puede atribuir a la experiencia, que es la actividad de producción que da lugar a problemas para los cuales se seleccionan las respuestas favorables a través del tiempo”. Es decir, la ejecución de una actividad de forma prolongada permite entenderla y controlarla de tal forma que en el tiempo se pueden encontrar combinaciones más eficientes para su realización (Arrow 1962:156) y que impacten positivamente en la productividad.

Sin embargo él también acota los resultados de este mecanismo de incorporación del progreso tecnológico, diferenciando los procesos de aprendizaje de los de la mera repetición:

“El aprendizaje asociado con la repetición de esencialmente el mismo problema está sujeto a bruscos rendimientos decrecientes. Hay un patrón de respuesta para cualquier estímulo dado, hacia el cual el comportamiento del alumno tiende con la repetición. Para tener un desempeño creciente

constante, entonces, implica que las situaciones de estímulo deben ser constantemente evolutivas más que repetitivas” (Arrow, 1962a:155-6).

El mecanismo de aprendizaje traspasa a la mera repetición cuando tiende a ser un proceso de “mejora continua” cuando, como veremos, se conoce perfectamente la actividad, lo que permite aumentar la eficiencia que se entiende como un proceso de innovación continua⁴⁵.

Los aumentos en la productividad a partir del proceso de aprendizaje por ejecución tenderán a generar efectos positivos en el producto que no representarán, como contraparte, un pago explícito, es decir, que según sea o no una función homogénea de grado uno⁴⁶ se podrá aplicar o no, que los factores productivos sean remunerados o no de acuerdo a sus productividades, implicando una serie de situaciones incompatibles con los supuestos de construcción de la teoría neoclásica.

3.3.2.1 El modelo de aprendizaje por ejecución

Consideraremos el modelo de Arrow (1962a), el que por simplicidad revisaremos a partir de Ramanathan (1982). Si admitimos que la experiencia contribuye al incremento de la productividad, tendremos que elegir una o más variables que representen el proceso de aprendizaje. El producto acumulado y la inversión acumulada en el pasado son dos candidatas naturales.

Para el desarrollo de este modelo utilizaremos las condiciones del modelo estándar neoclásico, modificándolo para considerar el modelo de aprendizaje y analizar su comportamiento en el largo plazo.

⁴⁵ Arrow (1962a), nos dice que la empresa “Hornal Iron Works” en Suecia observó un incremento promedio anual en productividad de cerca de 2% incluso sin tener nuevas inversiones por un periodo de 15 años, lo que junto con el aumento de la productividad observado en la producción de aviones, son buenos ejemplos de cómo el aprendizaje por ejecución tiene efectos en la productividad, en el cambio tecnológico y la innovación.

⁴⁶ Que de acuerdo con el teorema de Euler se estaría pagando a los factores productivos según sus productividades, lo que significa que el producto se agotará, esto es:

$$Q = K \frac{\partial Q}{\partial K} + L \frac{\partial Q}{\partial L} = A f_K K + A f_L L = A (f_K K + f_L L).$$

Sea Q la función de producción $Q = f(K, N, t) = f(K, LT, t)$ homogénea de grado uno, continua y con derivadas parciales continuas; donde $N = LT(t)$. Donde N puede ser considerado como trabajo eficiente o trabajo medido en unidades de eficiencia.

Dada la homogeneidad lineal de Q tenemos que: $Q = Nf(K/N, 1) = Nf(k)$, donde $k = (K/N)$, que representa la relación capital trabajo eficiente:

$$Q = Nf(k) = LTf(k) \quad (1)$$

$$k = (K/LT) \quad (2)$$

$$\dot{K} = sQ - \delta K \quad (3)$$

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (4)$$

La ecuación (3) representa la variación del capital en el tiempo, la cual es entendida como la diferencia entre una proporción fija del producto (e igual al ahorro) y la depreciación.

La ecuación (4) es la tasa de crecimiento de la población, la que se entiende como constante en el tiempo.

Hasta aquí tenemos cuatro ecuaciones con cinco variables endógenas Y, K, L, T y k , por lo que es necesaria una ecuación más para encontrar alguna solución. Para esto consideraremos dos alternativas que derivan en dos modelos.

MODELO 1. En este modelo, la tasa a la cual el progreso tecnológico toma lugar es asumida que depende linealmente de la tasa a la cual el stock de capital esta creciendo. Más formalmente,

$$\frac{\dot{T}}{T} = \lambda + \alpha \frac{\dot{K}}{K} \quad \alpha, \lambda > 0 \quad (5)$$

Con (5) se puede derivar una especificación del factor de cambio tecnológico⁴⁷:

$$T = e^{\lambda t} K^\alpha \quad (6)$$

⁴⁷ Integrando a ambos lados de (6) tenemos: $\int T/T dt = \int (\lambda + \alpha \dot{K}/K) dt$, lo que nos permite obtener $T = e^{\lambda t} K^\alpha$.

Con esto, el cambio tecnológico dependerá parcialmente de los factores exógenos y parcialmente del stock de capital existente. Si $\alpha=0$, entonces el cambio tecnológico será exógeno y crecerá a una tasa constante; por otro lado, si se asume que el aprendizaje mejora la productividad, α deberá ser positivo.

Ahora formaremos la ecuación diferencial básica en k . Diferenciando logarítmicamente a (2) tendremos que:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} - \frac{\dot{T}}{T} = (1-\alpha)\frac{\dot{K}}{K} - (\lambda+n) \quad (7)$$

Los términos de la última igualdad se obtienen a partir de (4), (5) y (6); y de (1) y (3) obtendremos que: $\frac{\dot{K}}{K} = sNf(k)/K - \delta = sf(k) - \delta$, con esto ya podemos obtener

a (7) en función de parámetros y de k , como sigue:

$$\frac{\dot{k}}{k} = (1-\alpha) \left[s \frac{f(k)}{k} - \delta \right] - (\lambda+n) = \frac{(1-\alpha)sf(k)}{k} - (\lambda+n) - \delta(1-\alpha) \quad (8)$$

La existencia de un equilibrio de largo plazo depende crucialmente de que α sea o no menor que uno.

CASO 1: $\alpha < 1$. Si el coeficiente de aprendizaje α es menor que uno, el primer término de (8) es una curva de pendiente negativa que tiene una única intersección con la línea horizontal en $\lambda+n+(1-\alpha)\delta$. Un único valor de estado estacionario k^* existe y es estable el sistema. En el estado estacionario:

$$\left(\frac{\dot{K}}{K}\right) = \left(\frac{\dot{Q}}{Q}\right)^* = g = \left(\frac{\dot{L}}{L}\right)^* + \left(\frac{\dot{T}}{T}\right)^* = n + \lambda + \alpha g. \text{ La tasa de crecimiento está dada por}$$

$$g = \frac{\lambda+n}{1-\alpha}. \text{ En el modelo estándar neoclásico con cambio tecnológico exógeno, la}$$

tasa de crecimiento es $\lambda+n$, por consecuencia, cuando $\alpha < 1$, el modelo de aprendizaje por ejecución de Arrow tiene una tasa de crecimiento más alta en el largo plazo. La más alta α , o lo que es lo mismo, el más rápido proceso de aprendizaje, significa una más alta tasa de crecimiento. La tasa de ahorro, sin embargo, es inefectiva como un instrumento de alza de la tasa de crecimiento de equilibrio.

Una pregunta muy pertinente será ¿Cómo los precios de los factores y las participaciones relativas se comportan en tal mundo? Puede ser mostrado que el modelo de aprendizaje por ejecución muestra rendimientos crecientes a escala en capital y trabajo. De la función de producción, el producto agregado está dado por $F(K, Le^{\lambda t} K^{\alpha})$, después de sustituir a T de (6). En el caso de progreso tecnológico exógeno, una proporción creciente en capital y trabajo incrementaría el trabajo eficiente en la misma proporción y por tanto el producto agregado también aumentaría en la misma proporción. En el modelo de Arrow, el factor tecnológico crece con el nivel del capital; y por tanto el trabajo efectivo crecería más que proporcionalmente lo que implica que el producto agregado también crecerá más que proporcionalmente. Recordando el teorema de Euler, cuando existen rendimientos crecientes a escala, al pagar a cada uno de los factores de acuerdo con su productividad marginal hace que el producto se agote. Si el trabajo efectivo es pagado a su producto marginal ($f - kf'$) y el capital es pagado al suyo ($f'(k)$), entonces el producto total es distribuido completamente entre el capital y el trabajo efectivo. Sin embargo, esto crearía una divergencia entre la productividad marginal social del capital y su productividad marginal privada. Esto se ve mejor en las siguientes expresiones.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial K} &= f'(k) + \alpha(f - kf')/k \\ \frac{\partial Q}{\partial L} &= T[f - kf'] \end{aligned} \right]^{48} \quad (9)$$

Es evidente que el producto social marginal del capital es mayor que $f'(k)$. Si el capital es pagado sólo por $f'(k)$, entonces su efecto indirecto sobre el producto a través del proceso de aprendizaje no es compensado.

Caso 2: $\alpha \geq 1$. En este caso, el primer término de (8) es o cero o negativo haciendo \dot{k} negativo. Así k estacionalmente declina a cero, y no hay una solución

⁴⁸ Para obtener la primera ecuación es necesario derivar (1) con respecto a K utilizando las reglas del producto, de la cadena y de la potencia: $\partial Q/\partial K = \alpha f(k)/k + f'(k) - \alpha f'(k)$, mientras que para obtener la segunda hay que usar la regla del producto y de la cadena:
 $\partial Q/\partial L = Tf(k) + LTf'(k) \left[-K/L^2 \right]$

de estado estacionario no trivial. Podemos obtener este resultado mediante argumentos económicos. Si $\alpha > 1$, entonces el factor tecnológico T está aumentando más rápido que el stock de capital. Así la tasa natural (la tasa de crecimiento del trabajo efectivo) excede a la tasa garantizada (la parte izquierda de (8) crece más rápido que la derecha). Dado que el trabajo efectivo es ahora relativamente abundante, los salarios caen, relativamente, más rápido que las rentas. Las empresas usarán más trabajo, bajando así la intensidad de capital y aumentando la tasa garantizada. Pero, como podemos ver de (5), la tasa natural crece mucho más (porque $\alpha > 1$) ampliando así la brecha entre las dos tasas. El proceso continua con una disminución de la intensidad de capital. Así, de los casos anteriores podemos ver que el modelo de aprendizaje por ejecución tiene un equilibrio de largo plazo estable mientras el coeficiente de aprendizaje α no exceda 1.

MODELO 2. Una alternativa del proceso de aprendizaje es asumir que el factor tecnológico depende de un pasado de producto acumulado más que de inversión.

Así llegamos a las siguientes ecuaciones:

$$\frac{\dot{T}}{T} = \mu + \beta \frac{\dot{X}}{X}, \quad \mu, \beta > 0 \quad (10)$$

$$X = \int_{-\infty}^t Q(u) du \quad (11)$$

Donde $X(t)$ es el producto pasado acumulado. (10) puede ser obtenida de $T = e^{\mu t} X^\beta$. Del modelo previo, es claro que la condición $\beta < 1$ es necesaria. De otra forma el estado estacionario no existe. Las ecuaciones (10) y (11) remplazadas en (5), como antes, nos permiten llegar a:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{k}}{k} &= \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} - \frac{\dot{T}}{T} \\ &= sf(k)/k - \delta - n - \mu - \beta \frac{\dot{X}}{X} \\ &= sf(k)/k - (\delta + n + \mu) - \beta \frac{\dot{X}}{X} \end{aligned} \quad (12)$$

Esta ecuación es difícil de analizar pero puede ser simplificada al introducir una nueva variable x definida como:

$$x \equiv \frac{K}{X} \quad (13)$$

De (11), tenemos que:

$$\dot{X} = Q. \quad (11')$$

Por tanto;

$$\frac{\dot{X}}{X} = \frac{Q}{X} = \frac{Q}{K} \frac{K}{X} = x f(k)/k \quad (14)$$

Sustituyendo esto en (12) y reacomodando términos:

$$\dot{k}/k = (s - \beta x) f(k)/k - (\delta + n + \mu) \quad (15)$$

Diferenciando logarítmicamente (13) obtenemos:

$$\frac{\dot{x}}{x} \equiv \psi(k, x) \equiv \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{X}}{X} = (s - x) f(k)/k - \delta \quad (16)$$

Donde hemos hecho uso de \dot{K}/K , obtenido en el modelo anterior y (14) para la derivación. (15) y (16) son las ecuaciones diferenciales básicas del sistema.

Sabemos que en el estado estacionario $\dot{k} = 0$. Será mostrado que en el estado estacionario, $\dot{x} = 0$, el producto acumulado también crece a la misma tasa que el capital. Si el capital y el producto crecen a la tasa constante g , entonces $K = K(0)e^{gt}$ y $Q = Q(0)e^{gt}$. Por lo que de (11) tenemos:

$$X(t) = \int_{-\infty}^t Q(u) du = Q(0)e^{gt} / g$$

Así X crece a la misma tasa constante como el capital y el producto y por tanto

$x = K/X$ es constante. Conjuntando $\dot{k} = 0 = \dot{x}$ en las ecuaciones (15) y (16) y resolviendo para x , tenemos:

$$x = M(k) = \frac{s}{\beta} - \frac{\mu + n + \delta}{\beta} \frac{k}{f(k)} \quad (17)$$

$$x = N(k) = s - \delta k / f(k) \quad (18)$$

A fin de examinar la existencia de una solución de estado estacionario, debemos primero explícitamente resolver la ecuación $M(k) = N(k)$ para k . Conjuntando $M=N$ y arreglando términos obtenemos la siguiente ecuación:

$$sf(k^*)/k^* - \delta = (\mu + n)/(1 - \beta) > 0 \quad (19)$$

Bajo condiciones neoclásicas de la función de producción existe un único k^* que satisface la anterior ecuación. Seguido, de (18) y (19) tenemos:

$$x^* = \frac{s(\mu + n)}{\mu + n + \delta(1 - \beta)} > 0$$

Así la solución de estado estacionario (k^* , x^*) es única y puede ser alcanzable dado que k^* y x^* son positivos. Si fuese alcanzable de cualquier posición arbitraria dependería de la estabilidad del sistema. La estabilidad puede ser examinada graficando un diagrama de fase. Como primer paso hacia la curva M y N sus pendientes son obtenidas como sigue:

$$M'(k) = -\frac{\mu + n + \delta}{\beta} \frac{f - kf'}{f^2}$$

$$N'(k) = -\delta(f - kf')/f^2$$

Dado que $f - kf' > 0$ ambas pendientes son negativas para todos sus valores de k . No obstante el valor absoluto de $M'(k)$ es mayor que el de $N'(k)$. Esto puede ser mostrado evaluando $|M'(k)| - |N'(k)|$ y usando la condición de que $\beta < 1$ y $f - kf' > 0$. Por tanto la curva de M esta dentro de la de N. El diagrama de fase es mostrado en la siguiente figura. Para dibujar la dirección de las flechas evaluemos a $\partial \dot{k} / \partial x; \partial \dot{x} / \partial x$ ⁴⁹. Dado que $\dot{k} = k\phi(k, x)$ y $\phi(k, x) = 0$ de acuerdo a la curva $M(k)$:

$$\left(\frac{\partial \dot{k}}{\partial k} \right)_{k=0} = k\phi_x = -k\beta f(k)/k < 0$$

Por tanto, de cualquier punto de la curva $M(k)$, si k es constante y x creciente, \dot{k} disminuye a un valor negativo. Esto significa que en todos los puntos más altos de la curva de $M(k)$ \dot{k} es negativa y así k disminuye. Debajo de $M(k)$ es el caso

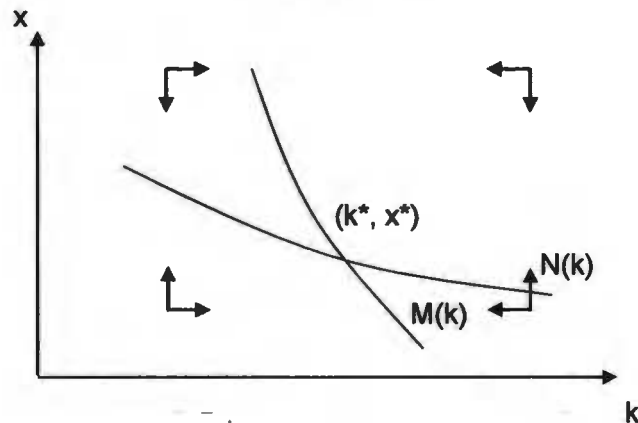
⁴⁹ La dirección de las flechas puede ser dibujada evaluando las derivas parciales con respecto a k . La elección de las derivadas parciales depende de la conveniencia.

opuesto. Las flechas dibujadas paralelas al eje k reflejan este resultado.

Similarmenete, $\dot{x} = 0$ de acuerdo a la curva $N(k)$ y $\dot{x} = x\psi(k, x)$:

$$\left(\frac{\partial \dot{x}}{\partial x}\right)_{x=0} = x\phi_x = -x f(k)/k < 0$$

Gráfica 9



Esto implica que las curvas direccionales de los movimientos de x son como están en la figura. El diagrama de fase concluyentemente demuestra estabilidad global.

En el largo plazo, $\left(\dot{Y}/Y\right)^* = \left(\dot{K}/K\right)^* = \left(\dot{X}/X\right)^* = g$ y k es constante. Diferenciando

logarítmicamente (1) con respecto a t y conjuntando $\dot{k} = 0$ obtenemos $g = n + \mu + \beta g$.

Así $g = \frac{\mu + n}{1 - \beta}$ es la tasa de crecimiento de largo plazo del producto agregado, el capital y el producto acumulado. El producto per cápita crece a una tasa $(\mu + n\beta)/(1 - \beta)$. Ambas tasas son independientes del s y δ . Un incremento en el coeficiente de aprendizaje β aumentaría la tasa de crecimiento. Estos resultados son similares a los del modelo 1. Dado que T es una función integral de X , no hay forma fácil de determinar los precios de los factores y sus participaciones. Sin embargo, en el largo plazo $T = X(0)^\beta e^{(\mu + \beta g)t}$ y es independiente de K y L . T se

comporta como en el modelo de Solow-Swan con cambio tecnológico exógeno y por tanto, las rentas de equilibrio serán constantes y los salarios crecerán a la misma tasa $(\mu + n\beta)/(1 - \beta)$ a la cual el producto per cápita crece.

3.3.2.2 Dos conclusiones del aprendizaje por ejecución

El aprendizaje por ejecución de Arrow nos permitió entender un mecanismo por el cual el cambio tecnológico y la innovación se pueden introducir a las empresas en particular y a la economía en general, lo que sería una explicación más acabada de la incorporación de éstos dos fenómenos al crecimiento económico, por lo menos en parte.

El progreso tecnológico señalado por Arrow, es producto de dos efectos presentes en la ejecución de una actividad por un prolongado periodo de tiempo, uno relacionado con la pericia producto de una prolongada experiencia en alguna actividad y otro relacionado con la posibilidad de mejorar o perfeccionar alguna actividad que se conoce de sobremanera hasta el punto de provocar mejoras incrementales que conlleven al aumento de la productividad, o lo que es lo mismo a innovar. Comenta Arrow (1962a:156) un ejemplo sobre las industria aeronáutica en Estados Unidos, donde se han reportado un número decreciente de horas invertidas en la producción de un avión, cuando el modelo ha sido fabricado previamente, estableciéndose una relación entre el número de horas para producir el N-ésimo avión, la cual muestra una función decreciente de $N^{-1/3}$.

Otro aspecto importante es el relacionado con la distribución del producto de este modelo, ya que ha diferencia de los modelos de corte neoclásico, quienes al cumplir con la condición de homogeneidad lineal para la función de producción, fundamentan la distribución del ingreso a partir de la productividad marginal de cada uno de los factores productivos, lo que conlleva a que, cumpliendo con el teorema de Euler, el producto se agote totalmente al distribuirlo entre los factores productivos; mientras que para el modelo de aprendizaje por ejecución, dicho mecanismo de distribución del ingreso no sería válido, debido principalmente a que la función de producción no es linealmente homogénea, por lo que si se distribuyera el ingreso de acuerdo a la productividad de cada factor productivo,

dada la condición que establece el teorema de Euler, el producto se sobre agota. Esto es que, de (9) y por el teorema de Euler tenemos que:

$$\begin{aligned}
 K \frac{\partial Q}{\partial K} + L \frac{\partial Q}{\partial L} &= \\
 K \left[f'(k) + \alpha \frac{f(k) - kf'(k)}{k} \right] + L [T(f(k) - kf'(k))] &= \\
 = (1 + \alpha)LTf(k) - \alpha Kf'(k) &> Q. \qquad (21)
 \end{aligned}$$

Aunque aún antes de la sustitución podemos ver que la productividad para el capital es mayor que para el caso de rendimientos constantes, ya que crece a medida que la diferencia $\frac{f(k)}{k} - f'(k)$ sea positiva; mientras que la productividad del trabajo estará ponderada por el crecimiento de T , el cual crecerá a la tasa en la que crezca el nivel de aprendizaje por ejecución α . La existencia de rendimientos crecientes a escala de acuerdo con Dixit (1976:81) y otros, es un síntoma del surgimiento de algunos elementos característicos del monopolio, por lo que para tener un equilibrio en el mercado de factores se deberá utilizar un mecanismo diferente al de los modelos neoclásicos para distribuir el ingreso, lo que discutiremos a mayor profundidad en el siguiente apartado.

Schumpeter (1934:135-ss)⁵⁰, quien también ve rasgos de la existencia de comportamiento monopolístico, dice que son la innovación y las actividades relacionadas con esta ocupación, las que permiten dotar a las empresas, en algún momento en el tiempo, con rendimientos crecientes a escala o cuasi-rentas.

En general, podemos ver que en la medida que los modelos de esta escuela de pensamiento buscan respuestas para explicar la incorporación del cambio tecnológico y sus efectos, los supuestos de extracción microeconómica tienden a ser violados o sus resultados tienden a ser explosivos lo que no es congruente con la realidad económica. Otro resultado será la existencia de rendimientos crecientes a escala, los que podrán derivar en situaciones de aumento de poder de mercado.

⁵⁰ Shell (1971), desarrolla algunos modelos de monopolio teniendo como sustento teórico las ideas desarrolladas por Schumpeter (1934).

Continuando con la revisión de las escuelas de pensamiento económico que han revisado el tema de innovación y crecimiento económico toca el turno a la escuela definida como nuevas teorías del crecimiento.

3.3.3 La escuela de las “nuevas teorías del crecimiento”

Las nuevas teorías del crecimiento retoman las ideas expresadas por Shumpeter, además del tema de la organización industrial (OI), así como lo expresado por Arrow. Para esta escuela los rendimientos crecientes a escala son indispensables para explicar el crecimiento económico, lo que aleja su análisis de lo propuesto por la escuela neoclásica, pero lo acerca a lo que se puede observar en la realidad.

3.3.3.1 La innovación y la competencia

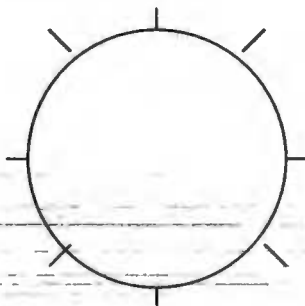
El modelo circular de Salop inspirado en el modelo de Hotelling (1929), representa al mercado como una formación circular, donde las empresas se distribuyen uniformemente, existiendo n empresas en el mercado cuya distancia entre dos empresas vecinas se obtiene de la relación $1/n$. Por otra parte, los consumidores están uniformemente distribuidos en el círculo e incurren en un costo t por unidad de distancia que deben de viajar para adquirir el bien. El parámetro t captura cuantitativamente la competencia de mercado del producto. Un mayor t , implica que el consumidor será menos susceptible de cambiar de empresa, asimismo, un mayor t corresponde a un menor grado de competencia de mercado del producto. Las empresas que están en el mercado tienen un mismo nivel de costos de producción c , por lo que entrar involucra asumir un costo fijo f . La entrada de alguna empresa representa su decisión de innovar; por lo que una mayor entrada corresponde a mayor innovación de (producto). En tanto alguna empresa entre al mercado, deberá competir en precio, esto es, participa en una competencia del tipo Bertrand.

El hecho de que la entrada afecte a la innovación tiene que ver con el lugar espacial que ocupa la empresa en el mercado, afectando directamente a las

empresas debido a la variación en t y a los consumidores dado que éstos serán más proclives a adquirir el bien que le represente el menor t .

Para resolver el modelo, utilizando la inducción hacia atrás, a fin de encontrar el equilibrio de Nash del juego de competencia de precios para un número n de empresas dadas en el mercado, debemos determinar el nivel óptimo de empresas entrantes para el valor de equilibrio de n que haga que éstas sean indiferentes entre incurrir en el costo de entrada f y mantenerse afuera del mercado. Se asume implícitamente libre entrada, lo que significa que las empresas entran al círculo hasta que la empresa marginal no encuentra benéfico pagar el costo de entrada f , dado el número de empresas en el mercado.

Gráfica 10



El modelo. El análisis se restringirá al equilibrio de Nash simétrico donde todas las empresas cargan el mismo precio p en equilibrio. Si la empresa i elige el precio p_i y todas las demás empresas eligen p , entonces el consumidor será indiferente entre comprar de la empresa i o sus vecinas que están localizadas a la distancia x de la empresa i a cualquier lado, tal que:

$$p_i + tx = p + t\left(\frac{1}{n} - x\right)$$

Esto implica que la demanda total para el producto de la empresa i será:

$$D(p_i, p) = 2x = \frac{t/n + p - p_i}{t}$$

La empresa i por lo tanto reaccionará al precio p de sus competidores, eligiendo p_i tal que maximiza su beneficio actual:

$$\pi(p_i, p) = (p_i - c)D(p_i, p).$$

$$\pi(p_i, p) = (p_i - c) \left[\frac{t/n + p - p_i}{t} \right]$$

Resolviendo para p_i tomando la CPO para esta maximización,

$$\frac{\partial \pi}{\partial p_i} = \frac{t/n + p - 2p_i + c}{t} = 0$$

y usando el hecho de que en un equilibrio de Nash simétrico este juego de competencia de precios es tal que: $p_i = p$,

$$\frac{t/n - p + c}{t} = 0$$

obtenemos el siguiente precio de equilibrio:

$$p^* = \frac{t}{n} + c$$

Y al sustituir p^* en $\pi(p_i, p)$, obtenemos el beneficio:

$$\pi^*(n) = \frac{t}{n^2}$$

Lo que representa que, un incremento de la competencia de mercado del producto reduce el nivel de equilibrio de beneficios para las empresas en el mercado. En ausencia de diferenciación de producto, esto es, cuando $t = 0$, estamos otra vez en el caso de la competencia tradicional de Bertrand donde los beneficios son reducidos a cero.

Entrada. El número de equilibrio de empresas n^* está determinado por la condición de libre entrada, que tiene como límite el nivel de costos f .

$$\pi^*(n) = f,$$

Lo que inmediatamente nos lleva a:

$$n^* = \sqrt{t/f} \text{.}^{51}$$

Esto es que un incremento en la competencia de mercado de producto, modelada como una reducción en el costo de transporte, desalienta la entrada al reducir las

⁵¹ $\pi = (p_i - c) \left[\frac{t/n + p - p_i}{t} \right]$ $\frac{\partial \pi}{\partial p_i} = \frac{t/n + p - 2p_i + c}{t} = 0$ $p^* = t/n + c.$

rentas posteriores a la entrada. Como Dasgupta y Stiglitz (1980) han sugerido, la competencia ex post expulsa a la competencia ex ante. Este efecto se conocerá como el efecto *shumpeteriano* de la competencia de mercado de producto.

La diferenciación vertical. Supongamos ahora que algunas empresas tienen costos unitarios más altos que otras, con lo que éstas no sólo estarán diferenciadas horizontalmente a lo largo del círculo, sino también diferenciadas verticalmente por sus costos. En este caso, como muestra Aghion y Schankerman (2003), más intensidad en competencia de mercado del producto, modelado otra vez como una reducción en el costo unitario de transporte t , puede mejorar “innovaciones” a través de varios canales que contrarrestan el efecto negativo señalado previamente. Primero, por el incremento de la participación del mercado de empresa de bajo-costos a expensas de las de alto-costos (esto se refiere al efecto elección de la competencia de mercado del producto), más intensidad de competencia puede terminar alentando la entrada de empresas de bajo costo (especialmente si las potenciales entrantes de bajo-costos son mucho menores en número que las entrantes de alto-costos). Segundo, y otra vez porque esto incrementa la participación de mercado de empresas de bajo-costos relativa a las empresas de alto-costos, más intensa competencia inducirá a las empresas de alto-costos a invertir en “reestructuración” a fin de llegar a ser empresas de bajo-costos. Note que tal inversión asciende a una innovación que mejora la calidad que permite que la empresa de alto-costos sufra menos con la mayor intensidad de competencia.

El efecto disipación de renta. Para analizar éste efecto, considera ahora una ciudad lineal, la cual tiene el riesgo de que una nueva empresa entre en el otro extremo de la ciudad. La ciudad lineal es como la circular analizada antes, excepto que los consumidores están ahora uniformemente distribuidos en un segmento del mismo tamaño. Seguimos denotando por t como la unidad de costo de transportación.

La única forma de que la empresa titular pueda prevenir la entrada es usando su ventaja de titular o preexistente y construir una segunda planta en el otro extremo de la línea antes de que lo haga la entrante. Suponga que la segunda empresa observa que la titular lo hace antes de decidir si entra o no, y también si su entrada involucra un costo hundido posible, f . Entonces anticipando la competencia de tipo Bertrand con la otra empresa, y por tanto beneficios cero en el caso de entrar, la segunda empresa no entra, ya que la entrada le dejaría una pérdida neta de f .

La segunda empresa podría entrar a una carrera con la titular a fin de llegar primero a la otra ubicación. Sin embargo, hay una asimetría entre los incentivos de las empresas para invertir en la carrera. Por un lado, la titular perdería:

$$\pi^m - \pi^d$$

por unidad de tiempo si entra, donde π^m denota el flujo de beneficios del monopolio si ésta gana la carrera, y π^d denota los beneficios de equilibrio del duopolio de cada empresa si la entrante triunfa en localizarse primero al otro lado de la línea. Así, el incentivo de la empresa titular a invertir en innovación de producto en el otro lado del segmento es proporcional a $\pi^m - \pi^d$.

Por otro lado, a través de invertir en innovación, la potencial entrante tiene la oportunidad de moverse de cero a π^d , y así su incentivo de invertir en innovación es proporcional a π^d . Note que la potencial entrante se mueven de cero a algo positivo, pero la cantidad positiva es decreciente con la competencia. Sin embargo, la empresa titular inicia con beneficios positivos cuando decide si innova o no.

La comparación entre $\pi^m - \pi^d$ y π^d , será el punto central de la discusión, junto con el hecho de que con la competencia se puede generar suficiente disipación de renta (reduce π^d suficientemente), entonces

$$\pi^m - \pi^d > \pi^d,$$

tal que la titular es más probable que gane la carrera y por tanto persista el monopolio.

Sin embargo, esto no hace que considere el efecto de un incremento en la competencia de mercado del producto (i.e., de una reducción en el costo de

transporte t) π^m y π^d . Claramente, la entrante responde negativamente a un incremento en la competencia de mercado del producto, como su beneficio π^d pos-entrada decrece cuando t decrece (este es el efecto schumpeteriano enfatizado antes). Por otro lado, la titular puede responder positivamente a la más alta competencia a medida que π^d decrece más con competencia que π^m lo hace, tal que la disipación de renta $\pi^m - \pi^d$ sube con t a la baja.

Otra vez considerando tanto el efecto sustitución como el de disipación de rentas podemos, también, encontrar mecanismos estratégicos de bloqueo de entrada a partir de la innovación, es decir, que la innovación sea de facto un mecanismo de creación y sustento, en el tiempo, de monopolios, a partir de estrategias diversas como cambios en productos, procesos y/o servicios incrementales o radicales, aprovechamiento de spillovers⁵², aprendizaje organizacional, aprendizaje por ejecución, etc., que en el largo plazo permita la dinamización de la productividad como un proceso repetido en el tiempo. Se desprende de lo anterior que los monopolios pueden y de hecho se apoyan en la innovación continua, inclinando la balanza hacia el efecto de disipación de rentas, situación que ya estábamos desvelando en el capítulo anterior.

Ahora bien, retomando el concepto de aprendizaje por ejecución 'evolutivo', éste es quien permite entender a las *rutinas* como principio fundamental para la construcción de la escuela de pensamiento económico conocida como "economía evolutiva" cuyos autores son Nelson y Winter (1982).

Las rutinas se interpretarán como aquellos conocimientos adquiridos que, además de reflejar el cúmulo de habilidades que las personas y las organizaciones han logrado dominar, representan la base para la generación de conocimiento nuevo. El aprendizaje en rutinas supone la posesión de ciertas habilidades necesarias para desarrollar una actividad productiva, lo que permite invertir menos tiempo en esas actividades y utilizarlo para aumentar el tiempo dedicado a la búsqueda del aumento de la productividad. El resultado puede ser desde un simple aumento en

⁵² Este concepto lo traducimos como efectos colaterales.

la productividad hasta la concreción de innovaciones incrementales o incluso radicales, que conlleven a revoluciones del tipo de Schumpeter.

3.3.4 La escuela de la “teoría evolutiva” y el crecimiento económico

La teoría económica evolutiva es fundada en una analogía entre el comportamiento de las empresas y de los seres vivos, lo que permite fusionar, en la medida de lo posible, a la economía con la biología.

Los sustentos teóricos se encuentran en la alta capacidad que han mostrado diversas especies de seres vivos para sobrevivir al adaptarse a cambios y transformaciones del medio ambiente mediante el uso de la herencia, la que funge como mecanismo para equipar de mejor forma a su descendencia y logra en el tiempo la adaptación necesaria que permita trascender entre generaciones, lo que es la base de la teoría evolutiva de Darwin (1859) quien definió como descendencia con modificaciones, a aquella capacidad de las especies mejor adaptadas para convertir las adaptaciones en rasgos comunes de la mayoría de la población. El mismo autor define a la selección natural cuando las especies mejor adaptadas sobreviven y se reproducen, siendo esas dos capacidades las que hacen posible la evolución de las especies.

De acuerdo con lo anterior, la genética guarda una importancia trascendental porque son los genes quienes almacenan la información necesaria para una mejor adaptación al medio ambiente y así traspasar la barrera del tiempo a por lo menos una generación, ya que dependerá de la nueva generación que el proceso continúe.

La analogía establecida por Nelson y Winter (1982), establece que las empresas se comportan como los seres vivos en un proceso de adaptación y evolución. Esto es que las empresas, a partir de su capacidad empresarial así como de la implementación de mecanismos para generar y comunicar información y conocimientos, que fomenten, fortalezcan y distribuyan las mejores prácticas, incluidas aquellas que lleven a la innovación, serán las que mejor se adapten a un medio ambiente cambiante y competitivo, las que logren prevalecer en ambientes

cambiantes determinados por los procesos de globalización y transformación de las formas de producción en conjunto con los gustos y preferencias de los consumidores, que día a día se diferencian más entre sí.

Así, la analogía se puede extrapolar al concepto de descendencia con modificaciones, cuando las empresas que vienen actuando de alguna forma, reconviene y se transforman con objeto de ser más eficientes, productivas, ofrecer un mejor producto o servicio, satisfacer de mejor forma las necesidades de sus clientes y consumidores, etc. Así también cuando realizan convenios con otras empresas con objeto de desarrollar productos y/o procesos más eficientes o productivos. Los contratos, las fusiones, o incluso las apropiaciones de empresas que antes representaban competencia o proveeduría, que permiten adquirir conocimientos nuevos, son mecanismos que permiten asegurar un mayor éxito por lo que éstas no son ajenas a las prácticas empresariales.

En el caso de la selección natural, el proceso se entiende como aquel en el que las empresas que logran entender de mejor forma el comportamiento del mercado en el presente y en el futuro serán las que preexistan en la mente y la preferencia de sus clientes. Esto también conlleva prácticas de mejora continua e innovación constante y suficiente para estar vigentes en la mente de los consumidores.

Siguiendo las ideas de estos autores, ellos ven a la idea de "selección natural" en los ambientes económicos y de mercado como la capacidad de las organizaciones empresariales para mantenerse, sobrevivir y crecer a partir de una genética organizacional que permita que los procesos organizacionales incluyendo los relacionados con la producción y la rentabilidad sean transmitidos en el tiempo (Nelson y Winter, 1982:9).

Nelson y Winter entienden a las rutinas como el mecanismo principal de las empresas para cumplir con su objetivo de sobrevivencia definidas como sigue:

"una gama de características de las empresas que van desde rutinas técnicas bien especificadas para producir cosas, a través de procedimientos de contratación y despido, orden de nuevo inventario, refuerzo de la producción de alta demanda, a las políticas relativas a la inversión, investigación y desarrollo (I+D), publicidad, y estrategias de negocios acerca de la diversificación de la producción e inversión en el extranjero. En nuestra teoría evolutiva, esas rutinas juegan el rol que los genes juegan en la teoría evolutiva biológica... ellas son heredables en el sentido de que

organismos del mañana son generados hoy... y son selectivos en el sentido de que organismos con ciertas rutinas pueden actuar mejor que otras, y si es así, su relativa importancia en la población (industria) aumentará en el tiempo." (Nelson y Winter, 1982:14)

El proceso de enseñanza-aprendizaje, que tiene como origen a las rutinas, les permite a las empresas emular las que éstas consideren más eficientes, lo que determinará cuales empresas son más exitosas y por tanto quienes sobrevivirán.

En un primer acercamiento, las rutinas pueden parecer procesos estáticos si se asocian a una suerte de conformismo o estancamiento, sin embargo las rutinas como proceso evolutivo, son procesos que cumplen con la estabilización o la estandarización de las formas de producción, donde se desarrollan y afinan los métodos y mecanismos para alcanzar la mayor productividad, filtrando aquellos que resulten perjudiciales. Enseguida y una vez consolidadas las rutinas del día a día, se puede lograr un equilibrio entre los especialistas que se traduzca en el ensayo de nuevas prácticas de producción que lleven a la empresa a innovar, lo que no se puede ver como una práctica común, sino más bien como un camino que siguen aquellas organizaciones que buscan trascender. En palabras de los

autores tenemos que:

"Una de estas está relacionada a lo que la empresa hace en cualquier momento, dado su prevaeciente estado de la planta, equipo y otros factores de la producción que no estarán aumentando en el corto plazo... Estas rutinas que gobiernan el comportamiento del corto plazo pueden ser llamadas 'características operativas'.

Un segundo conjunto de rutinas están centradas en el aumento o disminución periodo por periodo del stock de capital de la empresa... La medida por la cual el actual comportamiento de la inversión sigue senderos predecibles probablemente variando de una buena forma de una situación a otra...

Finalmente, vemos empresas poseedoras de rutinas que operan para modificar en el tiempo varios aspectos de sus características de operación. En un sentido, las empresas modelo de la teoría evolutiva pueden ser pensadas como poseedoras de departamentos de análisis de mercado, departamentos de operación de desarrollos y laboratorios de investigación y desarrollo. O no podría haber ninguno de estos instrumentos organizacionales en la empresa, pero al menos de vez en vez algunas personas dentro de ellas se encargan del escrutinio de lo que la empresa está haciendo y por qué lo está haciendo, con el pensamiento de revisión o incluso de cambio radical. Proponemos que estos procedimientos, como otros, son 'reglas guías'" (Nelson y Winter, 1982:16-17)

Es entonces que el tipo de rutinas con que cuenta cada organización empresarial definirá sus posibilidades productivas, así como sus capacidades de innovación. Los procesos de adaptación y los recambios definen los momentos en donde se encuentra cada empresa, los primeros vistos como espacios estáticos o conductas y procedimientos bien conocidos y aplicados mecánicamente y los segundos como lo nuevo y dinámico. El proceso de cambio e innovación conlleva un grado variable de incertidumbre, dado que no hay nada que asegure se obtendrán resultados positivos en términos de aumento de productividad u otros efectos positivos para la empresa; sin embargo la probabilidad es mayor cuando se hace la inversión por mínima que esta sea, ya que implica cierta intencionalidad y propósito bien definido.

El crecimiento económico, en un ambiente del tipo dinámico, estará explicado por los avances que cada empresa logre en términos de sus capacidades de adaptación al cambio, nuevas propuestas productivas así como por la implementación de las *mejores prácticas en el tiempo*.

Nelson y Winter (1982) aseguran también que la innovación y el cambio tecnológico son resultado de las asimetrías de información y las imperfecciones de mercado, al considerar que cada empresa desarrolla sus propias rutinas, que pueden derivar en situaciones de rendimientos crecientes son lo que genera las asimetrías de información y las imperfecciones de mercado. La existencia de éstas condiciones es el incentivo que le permite a las empresas investigar e innovar, a fin de modificar sus condiciones de participación en el mercado. No es raro encontrar situaciones de aumento del poder de mercado.

Para esta corriente de pensamiento económico, el concepto de *sistemas nacionales de innovación* es toral para el entendimiento del proceso de innovación, ya que tanto para Lundvall (1992), como para Nelson (1993) y Edquist (1997), la conclusión es que para entender las características fundamentales de la innovación, se tiene que considerar al conjunto de organizaciones e instituciones públicas o privadas, empresariales o no, que están involucradas en la generación

y difusión del conocimiento indispensable para la creación de innovaciones, los cuales han definido como *sistemas nacionales de innovación* (SNI).

Lundvall (1992) define a los sistemas como elementos y las relaciones propias entre estos elementos. Este mismo autor señala que "los sistemas de innovación pueden entenderse como el conjunto de elementos y sus relaciones, que interactúan en la producción, difusión y uso de un conocimiento". Dicho sistema de innovación se define como nacional, "cuando los elementos y relaciones del mismo se encuentran localizados y arraigados dentro de las fronteras de los países". Por tanto, las organizaciones que forman instituciones para la generación de prácticas proclives a la innovación definen el tipo de SNI que cada nación logra, de ahí la importancia de las organizaciones y los elementos que las conforman como el caso de los recursos humanos, quienes pueden hacer la diferencia entre innovar o no.

Los SNI también pueden estar conectados con las regiones, de hecho pueden explicar de mejor forma o con mayor precisión las capacidades de innovación de las empresas y los mercados que las conforman.

Por último, es importante resaltar que, para esta escuela, la acumulación del conocimiento es "*path dependent*", es decir que el conocimiento seguirá ciertas trayectorias, que no son lineales, ya que involucran interacciones entre los niveles o grados de investigación e innovación, tomando alguna ruta a partir de la interacción entre organizaciones e instituciones tanto del mercado y como de aquellas que no son mercantiles (normas sociales, regulaciones, etc.) (OECD, 2000:99), situación que también explica la existencia de asimetrías de información y formación de imperfecciones en los mercados, situación que permite la formación de monopolios a partir de la innovación y el cambio tecnológico.

El siguiente capítulo se presenta la primera aportación original de este trabajo, en la que se desarrolla un modelo de monopolio dinámico puro que analiza su sostenibilidad, cuando variaciones propias del largo plazo, como lo es por ejemplo, un desplazamiento de la función de demanda gracias al crecimiento poblacional, afecta directamente las condiciones de existencia de éste, con la finalidad de

analizar los efectos que esto puede tener en la viabilidad del monopolio en el largo plazo, así como en términos de la política económica, toda vez que el monopolio busque mantener dicha condición apelando a su capacidad de innovación, la que le servirá como barrera a la entrada del mercado.

CAPÍTULO CUATRO

UN MODELO DE MONOPOLIO PURO DINÁMICO^{53 54}

4.1 INTRODUCCIÓN

En general, el estudio de la teoría macroeconómica, según el marco temporal, se realiza a partir de tres grandes modelos: el corto, el mediano y el largo plazo. Más allá de las discusiones acerca de cuan corto es el corto plazo y cuan largo es el largo plazo, se está de acuerdo en considerar que en el largo plazo la oferta agregada sólo dependerá de la mejora tecnológica, mientras que los niveles de inflación y la demanda agregada será lo único plausible de cambio. Por otra parte, se está de acuerdo también en que en el corto plazo la utilización parcial de la capacidad de la economía es lo que justificará la participación de la política económica. No obstante, cualquiera que sea el análisis, se supone que la capacidad productiva está dada y la utilización total de la capacidad en el largo plazo es lo que hace que la oferta no cambie, a menos que la tecnología lo permita. De ahí que, en el largo plazo, la atención esté centrada en las modificaciones de la capacidad productiva de la firma.

Es precisamente la modificación de esta capacidad productiva, la que puede determinar cambios importantes en el comportamiento de la economía en el largo plazo. Y es a éste punto hacia el que dirigimos nuestra atención en este trabajo, el que está enfocado en el estudio de los llamados monopolios naturales, esto es, aquellos monopolios que logran subsistir como tales, sin trabas legales de ningún tipo a la libre entrada, situación que es resultado de una particular combinación de las funciones de costos y demanda, la que ubica a la oferta monopolista en la parte de la función de producción con costos medios decrecientes.

Analizaremos cómo la posibilidad latente de la pérdida del privilegio de que el monopolio natural goza, hace que fenómenos que se consideran propios del largo plazo se hagan visibles en el corto o mediano plazo. La premura por mantener

⁵³ El presente capítulo fue presentado por Elvio Accinelli y a Leonardo Tenorio en la revista Ensayos de la Universidad de Autónoma de Nuevo León para su evaluación.

⁵⁴ En el anexo 2 presentamos un modelo de monopolio natural dinámico inacabado, que se desarrolla a partir de ecuaciones diferenciales.

dicho privilegio se convertirá en un incentivo para mejorar la tecnología productiva, y consecuentemente la oferta de la firma. Es de esperar que una firma que actúa como monopolio natural deje de mantener esta cualidad si la demanda de su producto se modifica con el tiempo. No obstante, esto puede no suceder si a la par se producen cambios en la capacidad productiva de la firma, y si esto es así, la pregunta que surge es ¿en qué medida es beneficiosa, desde el punto de vista del consumidor, favorecer a la competencia en ramas en que existen monopolios naturales sustentables como tales? La respuesta está en que existen bienes que serán producidos solamente si la firma lo hace como monopolio natural. Evidencia de la existencia de monopolios que favorecen la innovación y el crecimiento la podemos encontrar en Aghion y Griffith (2005), como el caso de Microsoft o como en su momento lo fue IBM⁵⁵, mientras que con la competencia se inhibe el crecimiento de la productividad al reducir los beneficios esperados.

La posibilidad de que el monopolio natural mantenga su situación de privilegio, a cambio de una mejora permanente de su tecnología, se transforma en un acicate importante para la inversión en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías.

De esta forma, tanto la competencia como el monopolio pueden ser, en diferentes etapas, promotores del crecimiento de la productividad y el bienestar asociado a ellos. En estas circunstancias parece ser más sensato pensar que el papel de los organismos reguladores debe ser el de asegurar la competitividad de la rama de producción, más que asegurar la competencia dentro de la rama. Evidencia empírica que sustenta esta afirmación puede encontrarse en Aghion y Griffith (2005).

Cuando el monopolio deja de ser natural, la libre competencia y la libre entrada jugarán su papel, evitando la pérdida de bienestar social de la industria a la que el monopolio, que sólo puede sobrevivir como tal por la imposición de trabas legales, puede conducir. No obstante, si el monopolio es capaz de mantener su cualidad de natural a lo largo del tiempo, estará en condiciones de generar mayor bienestar social que si se comportara como en la libre competencia, que supone precios igual a costos marginales. Asegurando de esta forma la mejora en la eficiencia

⁵⁵ Para el caso de Microsoft véase Gates (1996) y de IBM véase Armentano (1999).

productiva, y el consecuente aumento de la oferta en el corto plazo. Recuérdese que en condiciones de monopolio natural, la curva de costos medios está por encima de las de costos marginales, por lo que fijar el precio por el costo marginal, en esas condiciones, implica que la firma deba retirarse del mercado por lo que consecuentemente el bien deja de producirse, afectando directamente el bienestar de los consumidores demandantes de éste.

Dado que es normal suponer que la demanda por un determinado producto, aumenta con el tiempo, la cualidad de monopolio natural tiende a desaparecer. No obstante, aumentando su productividad, como veremos más adelante, la firma puede mantenerse como monopolista natural, dando lugar a la vez a un aumento del bienestar de la sociedad. Llamaremos a los monopolios capaces de generar este aumento de la productividad, monopolios naturales sostenibles. Resultados similares a los aquí presentados se obtienen en Aghion y Griffith (2005), en el que se muestra que una firma establecida puede sobrevivir como monopolista, a un proceso de apertura, si está suficientemente cerca de la frontera tecnológica. A diferencia de lo allí planteado, en nuestro análisis, no suponemos trabas legales a la entrada que impidan la competencia, la no entrada en el marco en que se desarrolla el presente modelo, es un fenómeno natural, lo que nos acercaría en algún sentido al planteamiento de Boldrin y Levine (2008), dado que éstos monopolios considerarán a la innovación como una muy eficiente barrera a la entrada *per se*. Pero tanto en Aghion y Griffith (2005) como en el presente artículo se señala la posibilidad de escapar a las presiones competitivas mediante un fuerte impulso a la innovación.

Este trabajo se organiza de la siguiente forma. En la siguiente sección se desarrolla el concepto de monopolio natural. En la sección 3 introduciremos un modelo de crecimiento tecnológico. En la sección 4 discutiremos algunas formas posibles para el crecimiento poblacional. La sección 5, que contiene las principales aportaciones del trabajo, se divide en dos subsecciones la 5.1, donde se plantea la posibilidad de permanencia del monopolio natural a pesar de cambios en la estructura del mercado con factor tecnológico exógeno; y la 5.2 en que se revisa el

caso de un monopolio natural con factor tecnológico endógeno. Finalmente presentamos algunas conclusiones.

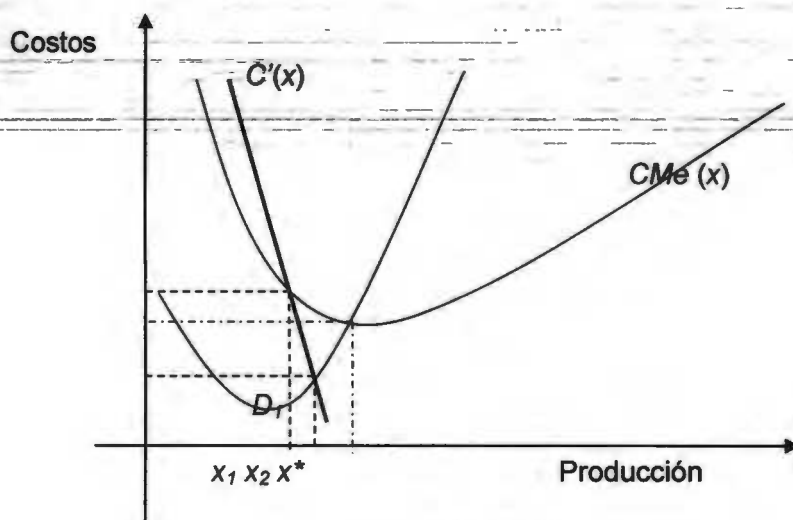
4.2 MONOPOLIO NATURAL

El acuerdo general existente entre los economistas de que es la libre competencia la que fomenta el crecimiento y la productividad, lleva a los responsables de la política económica a buscar y desarrollar medidas tendientes a incentivar la competencia y promover la apertura de los mercados. Los argumentos en favor de la libre entrada, como determinante de la competitividad y la innovación pueden verse en Tirole (1988) y Berg (1988), así como en la más reciente literatura del crecimiento endógeno, ejemplo: Romer (1998), Aghion y Howitt (1992) y Grossman y Helpman (1993). No obstante y si bien es este el punto de vista que clásicamente sostiene desde Adam Smith la teoría económica, no es el que fundamentan muchos emprendedores industriales, quienes centran su atención en el desincentivo que para la inversión en investigación, tales políticas pueden suponer [ver por ejemplo Schumpeter (1942), Armentano (1999), entre otros]. La firma establecida en un mercado competitivo, ante la amenaza permanente de las competidoras, difícilmente opta por promover la investigación en tecnología, si esta supone altos costos no recuperables en un breve plazo. Contrariamente, fenómenos tales como la imitación, o incluso la disminución en la calidad del producto ofrecido, para disminuir costos, y competir mejor, suelen ser opciones más rentables en el corto plazo. Mientras que, la inversión en investigación, puede resultar una opción más convincente a una empresa monopolista, que sólo ve amenazados sus beneficios futuros, por un cambio en la demanda de su producto, que suponga un retraso en la capacidad relativa, de su oferta, en particular por el crecimiento natural de la demanda, que el crecimiento de la población supone.

Para ubicar nuestra discusión introduciremos a continuación, una definición de monopolio natural, la que sigue de cerca a la considerada en Segura (1993), concepto en torno al cual girará todo nuestro análisis.

DEFINICION: Entendemos por monopolio natural a una situación particular en una rama de la producción caracterizada por una combinación específica de las funciones de costos y demanda, que hace que un bien determinado sea producido por una única firma sin la existencia de trabas legales de ningún tipo a la libre entrada obteniendo beneficios⁵⁶; lo que representa una situación coyuntural que puede desarticularse fácilmente por factores exógenos, en particular, por modificaciones en la demanda del producto⁵⁷.

La situación más corriente, a la que llamaremos caso clásico, que garantiza la existencia de un monopolio natural, es aquella en donde la demanda agregada corta a las funciones de costo medio total y costo marginal, en un punto en el que la función de costos medios es decreciente, el cual se ubica a la izquierda del punto x^* (ver gráfica 11), y donde dichas funciones de costos se cortan. Para el caso de estricta convexidad de la función de costos totales, dicho punto corresponde además al mínimo de esta función.



Gráfica 11

⁵⁶ Cabe mencionar que Resulak, Shughart y Tollison (2008) desarrollaron, a partir de las condiciones de maximización de un monopolio tradicional, un modelo de monopolio progresista, es decir que se comporta de tal forma que logra disminuir sus costos y a la par baja sus precios, teniendo por conclusiones que no obstante esto el bienestar social se restringe, situación que no puede ampliarse al caso que aquí se desarrollará dado que no es compatible con las condiciones de existencia del monopolio natural.

⁵⁷ Versiones semejantes del concepto de monopolio natural pueden ser encontradas en Berg (1988) y Mosca (2004).

Una segunda situación que permite que el monopolio natural pueda ser más estable que en el primer caso y que se caracteriza por una estructura de costos y demanda bajo la cual producir en el segmento delimitado entre la oferta monopolista x^m y la competitiva x^c sea más eficiente hacerlo con una única firma que con más de una y que llamaremos *caso no clásico*, corresponde a la existencia de costos subaditivos, esto es, costos que verifican, al menos en un cierto intervalo $[\underline{x}, \bar{x}]$, la desigualdad:

$$c(x) \leq \sum_{j=1}^n c(x_j), \sum_{j=1}^n x_j = x \quad \forall x \in [\underline{x}, \bar{x}]$$

siendo $\underline{x} \leq x^m \leq x^c \leq \bar{x}$.

La evolución tecnológica que permita mantener esta desigualdad a lo largo del tiempo, hará del monopolio natural, una forma sostenible y eficiente de producir. No obstante la generalización que este supuesto implica, sobre el caso clásico en el que se asume que un monopolio puede ser natural solamente si opera en la región de costos medios decrecientes, no lo consideraremos ahora, pues nuestro interés se centra en mostrar que la regulación, realizada por un planificador benevolente, debe concentrarse, en muchos casos más a asegurar la eficiencia más que la libre competencia.

4.3 EL CAMBIO TECNOLÓGICO

Es común en la bibliografía, suponer al cambio tecnológico como un proceso creciente que redundará en aumento de la eficiencia de la tecnología empleada, debido por ejemplo, a la incorporación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) en conjunto con la globalización, ver por ejemplo: Castells (2000), Boisier (2001), OECD (2000 y 2001), entre otros⁵⁸, lo que puede redundar en dos tipos de cambio tecnológico dependiendo si éste es generado dentro o fuera del sistema.

⁵⁸ Es claro que Schumpeter (1942) con su "destrucción creativa", logró explicar cómo el cambio tecnológico era un proceso cotidiano que permitía innovar e incorporar productos y procesos más eficientes en el amplio sentido de la palabra, pero es ahora con la sociedad del conocimiento que el proceso de cambio tecnológico e innovación se dinamiza de forma tan acelerada que es difícil compararla con épocas anteriores

Supongamos, considerando en primer lugar el caso exógeno, que la tecnología existente en un momento t pueda representarse por una función $T: R_+ \rightarrow R$ derivable y creciente, con respecto a t y tal que actúa directamente sobre los costos de producción de forma tal que: $c_v(x, t) = T^{-1}(t)c(x)$ siendo $c_v(x, t)$ el costo variable asociado a producir x unidades de un determinado producto en el instante, t . Mientras que $c(x)$ es una función convexa que sólo depende de la cantidad a producir. Supongamos además que la evolución tecnológica está representada por la ecuación diferencial:

$$\dot{T} = \alpha T$$

es decir, el incremento en la tecnología disponible, en un momento determinado, depende de la acumulación tecnológica existente. De esta forma:

$$T(t) = T(t_0)e^{\alpha(t-t_0)},$$

siendo $T(t_0)$ la tecnología disponible en el momento inicial $t = t_0$.

Por otro lado, considerando el caso endógeno, a partir de los trabajos de Arrow (1962) y Ramanathan (1982), introduciremos un tipo de avance tecnológico que es capaz de incorporarse a los procesos productivos a través de la experiencia pasada como sería si éste depende del producto acumulado en el tiempo, o lo que Arrow definió como "aprendizaje por ejecución", un tipo de cambio tecnológico inducido, el que representamos como:

$$\frac{\dot{T}}{T} = \beta \frac{\dot{X}}{X} - \mu$$

Donde el factor tecnológico depende del producto acumulado en el pasado, que al diferenciarlo logarítmicamente nos permite arribar a la expresión:

$$T(x, t) = x^\beta e^{-\mu t}$$

que en un momento determinado depende tanto de la tecnología acumulada como del producto inicial, de tal forma que:

$$T(x, t) = \frac{T(t_0)}{X(t_0)} X^\beta e^{-\mu(t-t_0)}$$

Siendo $T(t_0)$ y $X(t_0)$, la tecnología y el producto existentes en el momento inicial $t = t_0$.

Nótese que el factor tecnológico depende del capital acumulado en el pasado. Nótese también que si $\beta = 0$ la tecnología será nuevamente del tipo exógeno, mientras que cuando $\beta \neq 0$ estaremos ante un factor tecnológico que se incorpora a la producción a través de las modificaciones del producto en el pasado.

Referencias bibliográficas acordes con los tipos de tecnología pueden encontrarse en: Cimoli y Della Giusta (1998) y Berumen (2003), quienes entienden al cambio tecnológico como un proceso de aprendizaje acumulativo y endógeno creciente.

4.4 EL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN EL LARGO PLAZO

El aumento poblacional puede considerarse una causa natural para el incremento de la demanda de un determinado producto y consecuentemente una poderosa razón para modificar las condiciones que legitiman el monopolio natural, situación ésta que como ya fue dicha, sólo existe ante una determinada relación entre tecnología, oferta y demanda. Por este motivo consideraremos algunas características posibles del crecimiento de la población que impactarán en las características del mercado.

Generalmente en economía se trabaja con modelos de crecimiento en los que la tasa de crecimiento poblacional es constante, los modelos de Ramsey (1928) y Solow (1956) son paradigmáticos en este sentido. No obstante es mucho más intuitivo trabajar con modelos de crecimiento en los que la tasa de población es variable, más específicamente decreciente, debido a que ésta representa un tipo de comportamiento poblacional más acorde con el de la realidad, ver por ejemplo Accinelli y Brida (2006). En este trabajo se considera que la población crece de acuerdo a la siguiente ley:

En cada momento t el número de individuos está determinado por $L(t)$ tal que:

- (a) $L(0) = L_0 > 0, \dot{L}(t) > 0, \forall t \geq 0$ and $\lim_{t \rightarrow \infty} L(t) = L_\infty < \infty$ (esto es la población es estrictamente creciente y acotada).

- (b) Sea $n(t)$ la tasa de crecimiento poblacional, esto es $n(t) = \frac{L'(t)}{L(t)}$,

entonces $n(t) < 0, \forall t \geq 0$ y además $\lim_{t \rightarrow \infty} n(t) = 0$. Es decir, la tasa de crecimiento poblacional decrece estrictamente a cero.

Veamos a continuación un ejemplo de un monopolio natural que se sostiene como tal en el largo plazo.

4.5 PERMANENCIA DEL CASO CLÁSICO

En este caso la firma establecida, para mantenerse en el mercado, deberá vender su producto a un precio superior al costo marginal. En caso de que la firma se viera obligada a vender de acuerdo a la regla de competencia perfecta, deberá salir del mercado en el largo plazo, o bien deberá de recibir algún subsidio como lo propuso por primera vez Hotelling (1938). En estas condiciones, una firma entrante, si decide entrar deberá ofrecer su producto por encima del costo medio por lo que la demanda sera cero o alternatively vender por debajo del costo medio, lo que implicará pérdidas para la firma. Esta situación inhibe la entrada de cualquier firma competidora.

Por otra parte es posible que la firma establecida, venda su producto por un valor superior al costo medio, si es el caso de que entrar suponga altos costos fijos, lo que impide el ingreso al mercado de la competidora en forma inmediata, más aún sabiendo que la establecida si fuera necesario podrá bajar sus costos, hasta el costo medio, para impedir su entrada.

No obstante, la estabilidad de esta situación en el largo plazo no puede afirmarse, pues una modificación en la demanda lleva a que desaparezca la situación que define el monopolio natural. En este sentido, es normal pensar que con el tiempo la demanda se incremente, basta para justificar esto el incremento de la población. Así, si la función de costos se mantiene fija, la demanda incrementada en un lapso de tiempo puede llegar a cortar a la función de costos a la derecha del punto de corte de las curvas de costo medio de largo plazo y la de costo marginal (ver figura 1), desapareciendo por tanto la situación de monopolio natural, y dando lugar a la

entrada de firmas competidoras. Sin embargo, si la tecnología de la firma establecida, se desarrolla y permite bajar los costos, entonces la situación que garantiza el monopolio natural se mantiene en el tiempo. Este intento por mantener su privilegio, convertirá a la firma monopolista en un impulsor de la productividad y el crecimiento.

4.5.1 El Monopolio natural sustentable con cambio tecnológico exógeno

Presentamos a continuación un modelo, en el que por modificación de factores exógenos (en este caso un incremento de la población), se produce un incremento de la demanda ocasionando que una firma establecida pueda mantener su condición de monopolista natural. Llamaremos a éste, monopolio natural sostenible. Analizaremos la posibilidad de que la firma se mantenga como tal mediante la mejora de su productividad. Si bien es un ejemplo sencillo, ilustra la posibilidad de que un monopolio natural se mantenga como tal, bajo supuestos ampliamente considerados en la literatura especializada.

El desarrollo tecnológico, actúa sobre los costos variables haciendo que estos se reduzcan con el tiempo $c_v(x,t) = A(t)c(x)$, siendo $A(t) = T^{-1}(t)$ una función derivable y tal que su derivada es $A'(t) < 0$. El desarrollo tecnológico puede hacer más eficiente al capital o al capital humano, o a ambos, desde el punto de vista del ejemplo a tratar es indiferente. La función $c(x)$ es convexa y representa el costo de producir una cantidad x del producto.

Para fijar ideas, consideremos una firma cuya función de costos totales está dada por:

$$c_t(x,t) = ax^2e^{-t} + F$$

siendo a una constante positiva, mientras que F representa los costos fijos. El factor $A(t) = e^{-t}$ representa la reducción del costo variable $c(x) = ax^2$ en el tiempo, por acción de la tecnología. Se tiene entonces que la función de costos medios es:

$$\frac{c(x)}{x} = axe^{-t} + \frac{F}{x}$$

Mientras que la de costo marginal es:

$$c'(x) = 2axe^{-t}$$

El punto de corte de estas dos curvas, corresponde a:

$$x^*(t) = \sqrt{\frac{F}{a}} e^{\frac{1}{2}t}$$

Siendo que el monopolio es natural, el monopolista fijará su precio unitario por el costo medio, por lo que asumimos que en $t = t_0$, se verificará que

$$p(x, t_0) = \frac{c(x, t_0)}{x} = axe^{-t_0} + \frac{F}{x}$$

Supongamos además, que la función de demanda en $t = t_0$ corresponde a una

recta que pasa por los puntos $Q_1 = (x_1, axe^{-t_0} + \frac{F}{x_1})$, siendo x_1 la oferta del

monopolista que iguala a la demanda cuando el precio es igual al costo medio, y

$Q_2 = (x_2, ax_2e^{-t_0})$ siendo $x_1 < x_2 < x^*(t_0)$, es decir un punto sobre la curva de costos

marginales, cuya abscisa se ubica entre la oferta del monopolista y el punto de

mínimo costo marginal en $t = t_0$, ecuación de esta recta que corresponde a la

función de demanda inversa, será:

$$p(x, t_0) = \frac{-ax_1e^{-t_0}}{x_2 - x_1}(x - x_1) + ax_1e^{-t_0} + \frac{F}{x_1}$$

Asumimos también que en $t = t_0$ el mercado está en equilibrio, es decir que siendo

el precio igual al costo medio, la oferta es igual a la demanda, lo que supone $x = x_1$

y $p_0 = p(x_1, t_0)$. Supongamos que a continuación, se incrementa con la población

que crece de acuerdo a la ley $L(t)$, siendo $L(t_0) = L_0$, es decir, en el momento

$t = t_0$ la población es L_0 . Luego, asumiendo que la demanda crece linealmente con

la población, tendremos que: $d(t) = k(L(t_0) + \Delta L(t))$, siendo $d(t_0) = kL(t_0) = x_1$,

mientras que $\Delta L(t) = L(t) - L(t_0)$.

Si la función de tecnología no cambia con el tiempo, aún en el caso de que

inicialmente se de la situación de que la demanda corte a las curvas de costo

medio y marginal en: $d(t_0) = x_1 < x_2 < x^*$, con el transcurrir del tiempo puede

sucedir que: $x^* < d(t) < x_2(t)$, luego el mercado dejará de corresponder a un

monopolio natural. Encontrándonos ahora con que la demanda se ubicará al lado derecho del punto de corte de las curvas de costo marginal y costo medio, situación esta en la que el monopolio solamente se mantiene si se imponen leyes que le garanticen su permanencia, dejando de ser natural. No obstante, bajo el supuesto de mejora tecnológica, representada por e^{-t} en la función de costos considerada, el punto de corte de la curva de costos medios y la de costos marginales, se desplaza hacia la derecha, de forma tal que en el instante t se verifique la desigualdad: $x^*(t_0) < x^*(t)$, haciendo que la situación de monopolio natural sea sostenible en el tiempo. De esta forma la mejora tecnológica perpetúa las condiciones que hacen que el monopolio sea natural, y consecuentemente una forma óptima de producir. La amenaza permanente de entrantes, o en su ausencia, la oficina de regulación, harán que el precio se mantenga igual al costo medio, mientras esta situación sea sostenible. Dejando de serlo nos encontraremos ante un escenario donde la maximización del beneficio supone precios igual al costo marginal, permitiendo el ingreso de los potenciales entrantes.

La ley que rige la evolución tecnológica, considerada en este trabajo, logra que el monopolio natural sea sostenible en el tiempo, como tal, es decir, sin leyes de exclusividad de ningún tipo, bajo supuestos muy diversos de crecimiento poblacional, por ejemplo, cualquiera que verifique las propiedades indicadas en la sección 4, como casos particulares ver: Accinelli y Brida (2006) en el que se considera la ecuación de Richards para el crecimiento o en: Accinelli y Brida (2007) que considera la ecuación de von Bertalanfy.

4.5.2 El Monopolio natural sustentable con cambio tecnológico endógeno

Ahora, al integrar el cambio tecnológico inducido o de *aprendizaje por ejecución*, el que es representado por el producto acumulado en el pasado que se incorpora a la producción a través de la función de costos, tendremos por resultado algunas variaciones con respecto al caso exógeno.

Partiendo de la forma más general de cambio tecnológico inducido $T(x, t) = x^\beta e^{-\mu t}$, la que al incorporarlo en la función de costos totales de la misma forma que en el caso exógeno, obtendremos:

$$c(x, t) = ax^2 x^\beta e^{-\mu t} + F$$

ó

$$c(x, t) = ax^{2+\beta} e^{-\mu t} + F, \text{ con } \beta, \mu > 0$$

Los costos medios serán:

$$\frac{c_t(x, t)}{x} = ax^{1+\beta} e^{-\mu t} + \frac{F}{x}$$

Y los costos marginales

$$c' = a(2 + \beta)x^{1+\beta} e^{-\mu t}$$

Por lo que el intervalo de cruce entre estos dos será:

$$\hat{x}^*(t) = \sqrt[2+\beta]{\frac{F}{a(1+\beta)}} e^{\frac{\mu}{2+\beta}t}$$

Con lo obtenido en \hat{x}^* sabemos que x^* es un caso particular del primero y que en la medida que se cumpla $\beta > \mu - 2$, la velocidad a la que los costos se eficientizan, o bajan, será mayor.

4.5.3 Un ejemplo numérico

Como se puede observar al comparar \hat{x}^* y x^* cuando $\beta = 0$ éstas se igualan, con lo que el factor tecnológico endógeno se reduce al caso exógeno. Ahora bien, analizando la situación particular en que $\beta = \mu = 1$ con una función de costos cuadrática como en el caso exógeno⁵⁹, el caso endógeno resultará en una función de costos totales cúbica, de la que al calcular los costos medios y marginales e igualarlos nos permite arribar al punto de corte que indica el inicio de la parte creciente de los costos marginales:

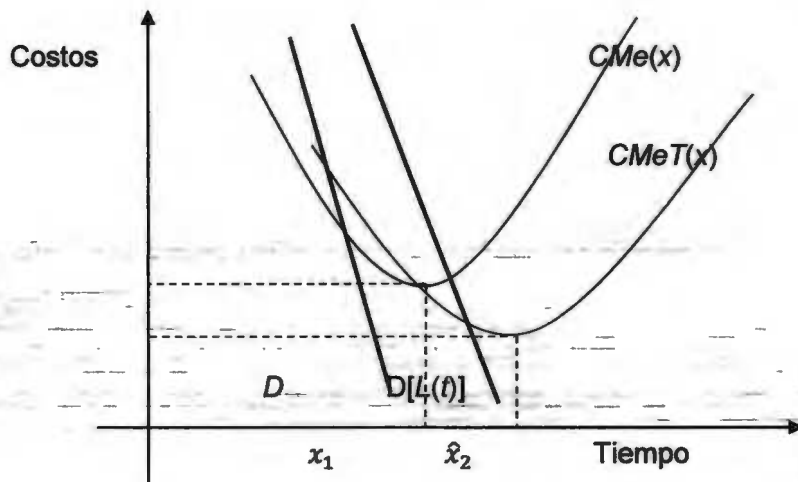
$$\hat{x}^*(t) = \sqrt[3]{\frac{F}{2a}} e^{\frac{1}{3}t}$$

⁵⁹ Cabe mencionarse que cuando la función de costos variables es lineal o se cumple que $\beta = -1$ y $\mu = 1$ los resultados que se obtendrán serán equiparables a los tenidos para el caso del factor tecnológico exógeno.

Al otorgar algunos valores numéricos a los parámetros de \hat{x}^* y x^* , para una función de costos cuadrática, por ejemplo: $F=125$; $a=5$; $\beta=\mu=1$; para valores en el tiempo: $t=1,2$. obtendremos los siguientes resultados:

Tabla 1

Tiempo	x^*	\hat{x}^*
t_1	8.24	4.93
t_2	13.6	6.88



Gráfica 12

La resultados de la tabla 1 debemos interpretarlos como los puntos mínimos de las curvas de costos medios en el tiempo 1. Una vez que la demanda se desplaza debido al crecimiento poblacional ($D_2[L(t)]$), el costo medio de tecnología exógena ($CMe(x)$) se queda del lado derecho de la curva de costos, permitiendo la posibilidad de entrada de empresas competidoras. Con la incorporación de la tecnología endógena, los costos medios ($CMeT(x)$) se reducen y el punto mínimo regresa al área de sostenibilidad del monopolio (ver gráfica 12).

Tenemos entonces que, en la medida en que los monopolios naturales incorporan un factor tecnológico endógeno, obtendrán una mayor capacidad para innovar, la

que se podrá traducir en mayores posibilidades de conservar su posición de privilegio⁶⁰.

4.6 CONCLUSIONES

Las posibilidades de que un monopolio natural se mantenga como tal, aún en casos en que la estructura de la demanda cambia, muestra la pertinencia de profundizar en las circunstancias en las que promover la libre competencia y la libre entrada es más beneficioso para el crecimiento económico y el bienestar que la aplicación de medidas regulatorias *per se*. En la teoría económica el cambio tecnológico en general es asumido como un elemento que actúa en el largo plazo y es determinante de la mejora del bienestar social. En este trabajo asumimos la posibilidad de un cambio tecnológico que redunde en un aumento de la eficiencia a corto o mediano plazo, permitiendo al monopolio natural mantenerse como tal a lo largo del tiempo, aumentando su oferta en la misma medida que la demanda es creciente. Cuando la firma logra sostenerse en tal mercado a partir de la ventaja tecnológica, estará construyendo barreras eficientes a la entrada en el sentido de Posner (1976), lo que supone que las trabas legales a la entrada serán innecesarias para mantener el monopolio. Es más factible que al intentar desarrollar la competencia en estos casos, esto redunde en ineficiencias o en la desaparición del mercado incapaz de sostener la regla precio igual a costo marginal (Bork, 1978).

De esta forma puede concluirse que un planificador central benevolente deberá analizar la estructura de mercado antes de introducir reglas de antimonopolio, las que en casos de ramas en las que existen monopolios naturales, deberán tender a desarrollar la competitividad al interior de la rama antes que la competencia, a fin de mantener el bienestar social, siendo el principal incentivo para la empresa dominante su propia sostenibilidad, por lo que los recursos necesarios para innovar serán obtenidos de la propia empresa.

⁶⁰ Lo que es congruente con lo expresado por Gates (1996).

El caso opuesto estará en aquellos monopolios que no adopta la incorporación de nueva tecnología como mecanismo de protección de sus mercado, muy por el contrario, como nos dice Acemoglu (2000), la bloquean a fin de proteger sus rentas actuales, ya que si permitieran la incorporación de ésta podrían afectar negativamente el poder político con cuentan y que les permite administrar el nivel de desarrollo tecnológico del mercado.

Finalmente cabe agregar que el análisis de una situación en la que sea más conveniente producir con una firma que con más, generaliza el concepto de monopolio natural pues no supone costos decrecientes a escala. Pueden citarse casos en los que aún a pesar de existir costos crecientes a escala, el costo de producir dentro de determinados límites, sea menor de realizarse con una firma que con más de una, lo que nos debe de alerta sobre el necesario cuidado con que el planificador benevolente debe analizar los mercados monopolistas.

En el capítulo siguiente se propone un modelo que utiliza la teoría de juegos para analizar la dinámica que seguirá un monopolio puro cuando considera la posibilidad de una empresa entrante que busca ocupar parte o el total del mercado. Se discutirá inicialmente la situación de forma estática para después analizar la parte dinámica del juego, por último se darán algunas conclusiones.

CAPÍTULO QUINTO

EL MONOPOLIO NATURAL DINÁMICO Y LA ESTRATEGIA

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo continuaremos con el análisis del modelo de monopolio natural dinámico considerando las posibles estrategias que pudiera desarrollar ante la posible entrada de una empresa competidora. La competencia se entenderá como la latente entrada de una empresa al mercado monopolizado, la que a partir de disminuir sus costos de producción logra ser más eficiente, lo que le da la oportunidad de tomar alguna parte o todo el mercado del monopolio.

La sostenibilidad del monopolio natural será el centro del análisis, considerando la existencia de amenazas potenciales atribuibles a empresas interesadas en participar en el mercado. De los capítulos anteriores, sabemos que para la existencia de un monopolio natural debemos considerar conjuntamente tanto a la estructura de costos como a la función de demanda, pero en esta parte soslayaremos a ésta última, concentrándonos en la parte de la eficiencia productiva vía las funciones de costos, la que consideraremos como el elemento principal de la empresa para competir estratégicamente

El tiempo será el principal enemigo de las empresas monopólicas, ya que éste permite que las situaciones que en un momento parecían poco probables en otro ya no lo sean más, y que lo que parecía increíble de superar para un momento en el mañana sea posible. Así, una vez que el tiempo actúa cambiando las condiciones iniciales, la posibilidad de que los monopolios sean reemplazados crece a niveles inusitados, por lo que éstos, por obligación o anticipación, deberán actuar a fin de no perder su situación de privilegio; lo que históricamente produce la ruptura de los mercados monopólicos, pero en algunas fortalece su sostenimiento.

En este capítulo nos concentraremos en el análisis de este tema y lo que derive a fin de entender la posibilidad de que los monopolios naturales se sostengan el tiempo y cómo lo logran.

Así, iniciaremos con la presentación de la versión del juego del monopolio amenazado de forma estática y continuaremos con su versión dinámica, a fin de ubicar sus equilibrios respectivos y finalizar con la proposición de algunas conclusiones.

5.2 EL MONOPOLIO Y LA ESTRATEGIA

El monopolio natural, visto en términos de la competencia, puede definirse como la imposibilidad para que cualquier empresa entre al mercado ya que éste presenta ciertas condiciones que impiden que más de una empresa pueda participar exitosamente. Como veíamos antes, si se incorporara una firma competidora, ésta deberá de hacerlo con precios mayores al costo medio, y por lo tanto la demanda para esta firma será cero, o bien hacerlo con un precio más bajo que el de la establecida, pero esto supondría pérdidas en el largo plazo por lo que la firma entrante no podría mantenerse en el mercado⁶¹.

En estas circunstancias el monopolio natural, desde su propia concepción, excluye la posibilidad de competencia, aunque no pueda evitar, por parte de posibles competidores, la búsqueda de oportunidades de inversión y negocio que permitan la incorporación de nuevas formas de hacer las cosas de forma cada vez más eficiente, lo que da la pauta para revisar la interacción entre el monopolio y una empresa entrante o potencial competidora, cuando ésta última intenta entrar al mercado a partir de incorporar los mecanismos necesarios para ser al menos tan eficiente que el monopolio, lo que se medirá a partir de su capacidad para bajar sus costos de producción y que puede ser resultado de la capacidad para desarrollar alguna innovación que afecte a sus costos de producción y le permita competir con el monopolio. Si logra, la empresa entrante, ser más eficiente que el monopolio bajando más allá que éste sus costos de producción, entonces estará en condiciones de tomar el lugar del monopolio. En este sentido supondremos que la innovación es el elemento que propicia la constante generación de potenciales

⁶¹ Una revisión más amplia de la condiciones de existencia de un monopolio puro estático se pueden encontrar en el capítulo dos o en Segura (1993).

empresas competidoras, que es a su vez resultado de la dinámica del sistema económico.

Ahora bien, para la construcción del modelo que nos permita analizar qué pasa con los monopolios naturales cuando se sienten amenazados por potenciales empresas competidoras, utilizaremos a los juegos estáticos y dinámicos con información completa e incompleta a fin de poder dar respuesta a esa pregunta, lo que también nos permitirá revisar cuáles han sido los resultados clásicos y cómo estos varían según sea el planteamiento propuesto. En el último caso, consideraremos cómo el ambiente influye en el juego del monopolio amenazado.

5.3 EL MONOPOLIO EN SITUACIÓN ESTÁTICA

5.3.1 Los equilibrios del modelo más simple

Iniciaremos considerando el caso clásico de estrategias cuando un mercado monopólico es amenazado por una empresa que quiere abastecer todo o parte del mercado. Para el caso más simple tendremos a dos empresas, la titular del mercado o el monopolio y la potencial entrante que es la empresa que desea entrar al mercado. Las estrategias que seguirá el monopolio será *luchar* o *no luchar*, mientras que para la potencial serán *entrar* al mercado o *no entrar*, decisiones que serán tomadas a partir de las capacidades de producir eficientemente, las que se medirán en términos de costos de producción alcanzados y de su capacidad para disminuirlos, lo que se entenderá como una mayor eficiencia.

Así, el monopolista decidirá si lucha o no, al ponderar si le es más benéfico mantenerse como monopolio o compartir el mercado, ya que luchar implica emprender una guerra de precios y no luchar significa dejar entrar a la potencial. La entrante potencial decidirá entrar si considera que puede hacerle frente al monopolio siendo al menos tan eficiente que éste.

Las primeras ideas de solución a juegos similares de enfrentamiento entre un monopolio consolidado por parte de una empresa competidora con la amenaza del

primero con iniciar una guerra de precios para disuadir la entrada de la segunda, fueron fuertemente refutadas por economistas de la escuela de Chicago, entre ellos McGee (1958), los que sostenían que el monopolio preferiría coludirse antes que luchar por el perjuicio que la lucha le traería al monopolio. Con la teoría de juegos, el reto se puede analizar más fácil identificando los equilibrios existentes. De aquí se tienen claramente dos equilibrios de Nash, uno estable y otro inestable. En el primero equilibrio el monopolio tradicional no lucha y la competidora entra debido a que la estrategia luchar representa una amenaza no creíble porque significa que el monopolio estaría dispuesto a pelear en todo momento, lo cual es dudoso y da por resultado que el monopolio se colude y la potencial entra. El otro caso, es luchar, no entrar, es un equilibrio inestable porque no es perfecto en subjuegos, ya que si la potencial inicia el juego y entra, el monopolio sólo tendrá como estrategia posible no luchar, por resultarle lo más benéfico lo que nos lleva al equilibrio estable (Rasmusen, 1989:120). Este equilibrio será de gran importancia por lo que estaremos considerándolo constantemente en los siguientes apartados.

5.4 EL MONOPOLIO SITUACIÓN DINÁMICA

5.4.1 El monopolio amenazado

Suponiendo que en el mercado hay una firma monopolista establecida (M). El monopolio es natural, por lo que en principio no existen potenciales amenazas, suponiendo también que la tecnología existente permite producir una cantidad de producto y y con costos $c_0(y)$. En estas condiciones sólo serán potenciales amenazas aquellas empresas que tengan posibilidades de bajar los costos existentes.

El caso tradicionalmente analizado propone la existencia de una empresa establecida y una potencial entrante, del que se desprenden dos equilibrios de Nash en estrategias puras, el primero, donde la firma potencial no entra (NE) y la firma establecida lucha (L), $EN_1 = \{NE, L\}$ y el segundo, donde la potencial entra

(E) y la *establecida* no lucha (NL), $EN_2 = \{E, NL\}$. El equilibrio EN_1 no se juega, ya que es un equilibrio de amenaza no creíble, y el resultado es que la *potencial* entra y la *establecida* no lucha, teniendo como consecuencia final que ambas empresas comparten el mercado⁶². Dicho caso puede ser encontrado en Fudenberg y Tirole (1996), Rasmusen (1989), Van Damme (1991), entre otros.

Ahora bien, suponiendo la existencia de un mercado monopolístico amenazado por una firma con capacidad de bajar los costos de la forma $c_1(y) \leq c_0(y)$, lo que le deja a la empresa *establecida* (M) la posibilidad de prever dicha situación y desarrollar tecnología capaz de bajar sus costos a fin de eludir la entrada de la empresa *potencial* (EP) o no. De no actuar así la *potencial* entra y se queda con el mercado.

Debe considerarse también que entrar tiene altos costos, mismos que la entrante deberá cubrir, por lo menos en parte, con beneficios extraordinarios producto de la mejor estructura de costos de que dispone.

En cuanto a las decisiones a tomar P debe elegir entre entrar (E) o no entrar (NE), dependiendo si ha logrado bajar o no los costos, mientras que la *establecida* (M) entre luchar (L) o no luchar (NL), lo que se significa bajar los precios a fin de ser más competitiva o no.

Asumiendo que P dispone de la nueva tecnología, se presentan dos escenarios posibles:

Escenario 1: La firma establecida no ha logrado incorporar alguna innovación tecnológica. En este caso P entra y se queda con todo el mercado. Dado que M es un monopolio natural con la tecnología vieja, no podrá bajar los precios más allá de los costos medios correspondientes a la antigua tecnología $CM_{e_0}(y) = \frac{c_{Me_0}(y)}{y}$, sin pérdidas.

⁶² Considerando la versión dinámica de este juego donde la entrante puede ser débil o fuerte con probabilidad $P(I) = \theta$, la solución de equilibrio se mantiene porque pelear es costoso, lo que lleva a la establecida a Coludirse, haciendo que independientemente de que tipo de entrante sea, ésta entra por ser su mejor estrategia (Rasmusen, 1982).

Escenario 2: La firma ha logrado incorporar alguna innovación tecnológica. En este caso, M, bajará sus precios, lo suficiente para competir con P, la que en este caso, no podrá hacer frente a los gastos realizados para la compra del capital fijo necesario para comenzar la producción.

En cuanto a las decisiones a tomar, P debe elegir entre entrar (E) o no entrar (NE), mientras que la *establecida* M entre luchar (L) o no luchar (NL). Los pagos o retornos que obtendrán las empresas de acuerdo a sus estrategias serán:

Bajo el escenario 1: Si (EP) elige (NE) entonces $(0, P_M)$, es decir que M seguirá recibiendo su beneficio de monopolista P_M , mientras que P recibirá 0. En caso de que P elija (E), y si M elige (L) los retornos correspondientes serán $(P_{Ee,l1}, P_{Me,l1})$ mientras que si la elección de M es (NL), entonces los retornos serán $(P'_{Me,l1}, 0)$, es decir, la entrante obtendrá los beneficios monopólicos con una nueva tecnología de producción, mientras que M deberá retirarse del mercado pues no puede competir con la nueva tecnología. Si M decide luchar, las cosas serán peores para ella, ya que si bien es cierto (EP) tendrá que compartir el mercado en el corto plazo, en el largo plazo M deberá retirarse de éste, pues luchar supone bajar precios, lo que sin disponer de nueva tecnología, implica pérdidas al tener que bajarlos más allá del costo medio. Los retornos en este caso serán: $(P_{Ee,l1}, P'_{Me,l1})$ con la siguiente condición: $P'_{Me,l1} < 0$ ⁶³.

Bajo el escenario 2: Si (EP) elige (NE) entonces los retornos serán $(0, T_M)$, es decir que M seguirá recibiendo su beneficio de monopolista, utilizando una nueva tecnología que permite obtener los beneficios T_M , mientras que (EP) recibirá 0. En caso de que (EP) elija (E), y si M elige (L) los retornos correspondientes serán $(T_{Ee,l2}, T_{Me,l2})$, lo que implica, para la entrante, una pérdida porque no podrá competir dada la acción, por parte del monopolio, de disminuir los precios; mientras, para éste último, un beneficio, que puede ser igual, menor o mayor dependiendo de la disminución en los costos, producto de la innovación tecnológica. Se cumplirá también que $T_{Ee,l2} < 0$. Ahora bien, si M elige (NL), los

⁶³ En un mercado de monopolio puro la posibilidad de que éste pueda ser abastecido por más de una empresa dependerá del tamaño del mercado o de la función de demanda, lo que se relaciona directamente con el concepto de subaditividad de costos.

retornos quedarán determinados por el vector: $(T_{Ee,nl2}, T_{Me,nl2})$. En este caso los retornos de ambas firmas estarán comprendidos en los intervalos $[EC_E, T_M]$ y $[EC_M, T_M]$; siendo EC_E el retorno correspondiente al equilibrio de Nash-Cournot para el duopolio, para la firma entrante y EC_M , el correspondiente a la firma establecida. Mientras que T_M es el beneficio monopolista. Además de cumplirse las siguientes relaciones: $T_{Ee,l2} < EC_E$; $T_{Me,l2} < EC_M$.

Con el fin de tener una mayor claridad de los retornos, los concentraremos en las siguientes matrices:

Para el escenario 1:

		Monopolio	
		L	NL
Potencial	E	$(P_{Ee,l1}, P_{Me,l1})$	$(P'_{Me,l1}, 0)$
	NE	$(0, P_M)$	$(0, P_M)$

Para el escenario 2:

		Monopolio	
		L	NL
Potencial	E	$(T_{Ee,l2}, T_{Me,l2})$	$(T_{Ee,nl2}, T_{Me,nl2})$
	NE	$(0, T_M)$	$(0, T_M)$

Con estas condiciones los equilibrios de Nash corresponderán, bajo el *escenario 1*, al vector estratégico (E, NL) con los correspondientes retornos: $(P'_{Me,l1}, 0)$, equilibrio congruente con lo defendido por la Escuela de Chicago (McGee, 1958), pero debido a que el juego se desarrolla en un mercado de monopolio natural en el que sólo una empresa puede dominar, el equilibrio se traduce en un mero cambio de empresa monopólica.

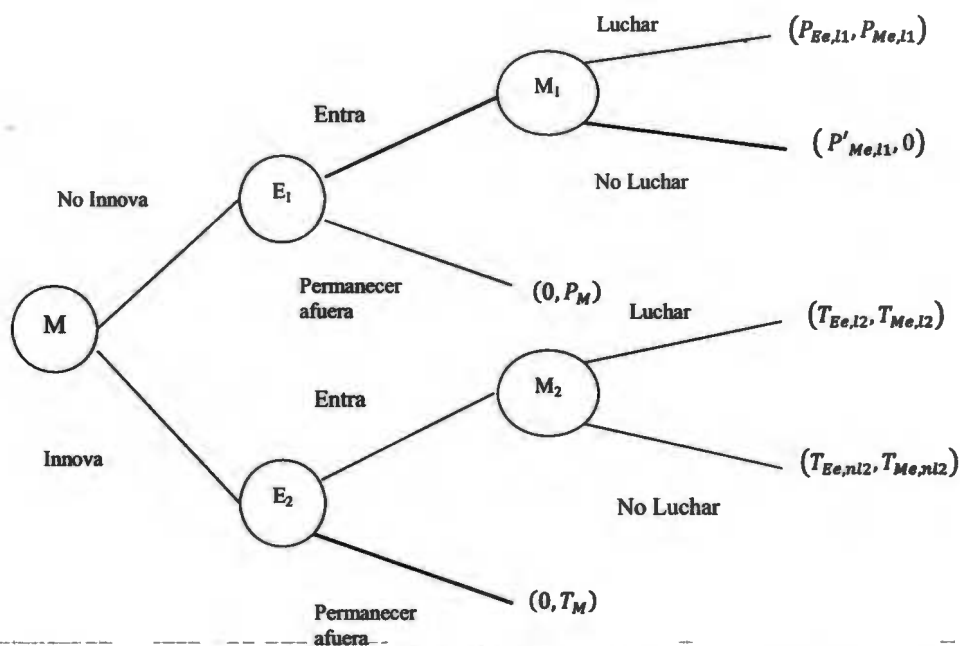
En el *escenario 2*, tendremos dos posibles equilibrios de Nash: el equilibrio de Nash anterior (E, NL) , con los retornos correspondientes $(T_{Ee,nl2}, T_{Me,nl2})$. O bien, si $P_{Ee,l} < 0$, el equilibrio de Nash (NE, L) . Obsérvese que a diferencia del caso tradicional en el que el equilibrio de Nash (NE, L) representa una amenaza no creíble, aquí si lo es, por cuanto que la firma establecida ha mejorado su tecnología innovando y por tanto ha bajado sus precios de forma tal que impide la

entrada de la firma entrante, que al tener que afrontar los costos fijos solo podría cubrir con los beneficios extraordinarios, decide como mejor respuesta (NE). Nótese que para que el equilibrio de Nash (NE, L) sea creíble, el monopolio deberá de luchar siempre, lo que significa que ésta tendrá irremediamente que hacer lo posible por ser competitiva continuamente a fin de hacer creíble dicha estrategia. De no ser así, la estrategia luchar siempre quedará en entredicho, por lo que la empresa potencial optarán por entrar aún en el caso de que su capacidad de disminuir los costos sea mínima. Nótese que este equilibrio se mantendría aún en el caso en que existiendo dos tipos de monopolio uno débil y uno fuerte donde el fuerte implica que el monopolio está dispuesto a luchar, si la que ingresa lo hace independiente de saber que tan probable es que sea o no fuerte. En otras palabras, cuando la entrante no sabe si el monopolio es fuerte o débil entonces considerará a la pelea como una amenaza poco creíble, por lo que su mejor acción seguirá siendo entrar. Este análisis lo continuaremos enseguida.

5.4.2. El juego dinámico

Con la forma extensiva del juego, cuya representación quedará plasmada en la siguiente gráfica, podremos hacer un análisis considerándolo como uno con información asimétrica, en el que se revisa la posibilidad de que el monopolista sea capaz de mantenerse como tal a partir de innovar en el tiempo.

Así, suponiendo que la potencial no sabe si el monopolio logrará innovar, asume, con probabilidad $P(I) = \theta$, que si lo consigue y con probabilidad $P'(I) = (1 - \theta)$ que no. Los retornos que espera obtener la potencial dependerán de la probabilidad de que la establecida haya adquirido o no la nueva tecnología, lo que a su vez dependerá de diversas situaciones como las posibilidades de copiar o adaptar, de la existencia de patentes, de la dificultad para utilizar una tecnología nueva o del ambiente económico o de innovación imperante. Todo esto está resumido en el valor de $P(I) = \theta$.



Gráfica 13

Ahora bien, para incorporar la posibilidad de que el monopolio sea más eficiente o no, dado el interés de la potencial de entrar, nos valdremos de incorporar a la *Naturaleza* como factor determinante del *tipo* o escenario que prevalece, es decir, será la naturaleza quien defina con cierta probabilidad la actuación del monopolio. La entrante, por su parte, deberá evaluar dicha probabilidad y actuar en consecuencias. El conjunto de estrategias y opiniones actualizadas o, en su defecto las mejores respuestas, asegurarán que los jugadores logren alcanzar el equilibrio bayesiano perfecto (Harsanyi, 1967; Kreps y Wilson, 1982).

Ahora bien, suponiendo que las decisiones de los jugadores dependen de lo que la *Naturaleza* determine como escenario. Si el Monopolio *No Innova*, y cuya información no es de *conocimiento común*, dado que sólo M sabe su designio, entonces P deberá decidir si *Entrar* o *No Entrar* en función de lo que determina la *Naturaleza*, lo que sólo es informado a M, por lo que P no sabrá esta decisión sino una vez que haya tomado su decisión. ¿Qué será lo que más probablemente decida la Potencial? Si Entra tendrá que estar segura que M No Innovó, porque

sólo hay espacio para una empresa y de equivocarse tendrá como pago una pérdida, por lo que deberá evaluar que tan factible es que el Monopolio Innove.

Si siguiéramos en el *caso clásico*, la Potencial entraría dos condiciones a evaluar, una relativa a que Luchar es costoso para ambas porque implica iniciar alguna guerra de precios y otra relacionada a la posibilidad de que las empresas puedan compartir el mercado.

En el caso de monopolio natural, sólo una de esas dos condiciones se cumple, la primera. La segunda no, porque sólo hay cabida para una empresa. Esta última condición cambia la perspectiva no sólo de P como hemos visto, sino de M ya que la obliga a luchar debido a que como propuso Sun Tzu⁶⁴, en una posición desesperada, debes luchar (Tzu, 1988:37). La situación desesperada le viene a M porque de no luchar perdería todo. Así, en el caso de un mercado de monopolio natural, lo expresado por Sun Tzu hace más de 2,500 años exhibe la credibilidad de la amenaza de lucha de parte de M; haciendo que P, al ponderar un θ muy alto, calcule que M luchará y determine que lo más factible sea No Entrar, siendo éste el equilibrio de Nash estable para este juego.

En este mismo sentido, cuando se incorpora la condición de información incompleta, la que se da cuando el monopolio puede innovar o no ó ser más fuerte o no y el competidor no tiene la certeza de en qué situación se encuentra el monopolio, permite que la reputación de éste se pueda fortalecer aún más, como sucede con el caso de la cadena de tiendas (Van Damme, 1991), donde la reputación juega un papel crucial para que un monopolio con muchas sucursales que se ve abrumado por la entrada de competidores para cada una de ellas logre que el equilibrio de *Luchar, No Entrar* se consiga en todos los casos y que éste se considere un equilibrio estable. La reputación se alcanza cuando el monopolio decide que luchar es la mejor estrategia para cada situación de amenaza aunque en algunas situaciones pueda tener pérdidas de corto plazo que puedan ser recuperadas en el futuro. Para el monopolista es lo mismo y como este juego es secuencial y todos los actores están perfectamente informados, si éste decide en

⁶⁴ Fue Sun Tzu quien escribió uno de los libros sobre la guerra más importantes de todos los tiempos llamado el "arte de la guerra", hace más de 2,500 años y que hoy día es utilizado para analizar temas de conflicto y estrategia en los ámbitos, económico, comercial y político entre otros.

algunos casos luchar y en otros no, el efecto de reputación no se conseguirá, por lo que el monopolio deberá actuar como fuerte en todos los casos.

Para que, en nuestro juego, la decisión de luchar siempre genere la reputación de fuerte significa considerar con probabilidad de 1 o muy cercana a 1 a la estrategia de innovar y actuar en consecuencia. La existencia de la condición de información incompleta hará su parte en favor del monopolio haciendo que las empresas potenciales no entren por considerar a la amenaza de luchar como real.

Así, el monopolio se adelantará a la potencial innovando, lo que fuerza a aquella a permanecer fuera, a la vez de hacer que éste equilibrio sea estable y creíble al mismo tiempo. Teniendo como retornos $(0, T_M)$ para la potencial y el monopolio respectivamente, lo que se puede observar en la última rama de la figura 1.

CAPÍTULO SEIS

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue revisar las condiciones a partir de las cuales los monopolios naturales pueden sostenerse como tales en el largo plazo, lo que nos permitió desarrollar, entre otras cosas, un modelo dinámico para analizar el efecto que puede tener la tecnología sobre este tipo de empresas cuando buscan mantenerse como tales en un largo periodo de tiempo, una vez que las condiciones iniciales, como es una función de demanda estática, no se cumplen. Dicho modelo también nos permitió revisar las políticas económicas que se pueden extraer de la existencia de un monopolio y cómo éstas pueden afectar negativamente al bienestar social si no se logra entender que existen diferentes tipos de monopolios. Entonces, saber a qué tipo de monopolio nos enfrentamos será el primer paso para determinar la estrategia a seguir por parte del planificador benevolente, ya que de otra forma se pueden generar más prejuicios que los beneficios que implica la intervención.

Asimismo hemos analizado qué pasa cuando el monopolio natural es amenazado por una potencial competidora, es decir cuál será la respuesta ante dicha situación, sobre todo sabiendo que el modelo estático nos lleva invariablemente a la situación de colusión. Por el contrario, las circunstancias en la dinámica podrán generar otros resultados menos previsibles, sobre todo cuando la empresa está comprometida con el cambio tecnológico y la innovación y que esto le sirva como factor estratégico para generar barreras a la entrada que sólo podrán ser franqueadas por aquellas empresas comprometidas en el mismo sentido.

ANEXO 1

A 1.1. INTRODUCCIÓN

Iniciemos este análisis considerando los casos extremos, la competencia perfecta y el monopolio. En el primer caso, el mercado está compuesto por un número muy grande empresas y consumidores de un bien que es estandarizado, donde ninguno de los agentes tiene la posibilidad de influencia los precios, además existe una libre entrada y salida de empresa e información económica completa y perfecta. En el caso del monopolio, el mercado está cubierto por esta empresa y no hay posibilidad de entrada para otras empresas. La función lineal inversa de la demanda para ambas situaciones está dada por:

$$p = a - bQ^{65} \quad (1)$$

Teniendo una tecnología que presenta rendimientos a escala constantes: ---

$$C(q) = cq \quad (2)$$

El equilibrio competitivo de largo plazo estará definido por la condición de igualdad entre el precio (que es igual al ingreso marginal) y el costo marginal. Por lo que el equilibrio de la empresa estará dado en:

$$a - bq = c \quad \text{ó} \quad q^* = \frac{a - c}{b} \quad (3)$$

Siendo q^* la cantidad de producto que maximiza el beneficio de la empresa competitiva.

El monopolista por su parte, sigue la misma regla para maximizar, es decir ingreso marginal igual a costo marginal, por lo que su equilibrio se encuentra en

$$Q_m^* = \frac{1}{2} \frac{a - c}{b}.$$

Para poder comprobar que Q_m^* , es exactamente la mitad del producto total que se obtiene en un mercado competitivo Q_c^* , bástese establecer la siguiente definición:

⁶⁵ Pasaremos de q a Q , según se trate del producto de una empresa o del producto conjunto del mercado.

Sea $q = \frac{Q}{n}$, donde n es el número de empresas que componen el mercado, por lo que multiplicando a (3) por n tendremos el total del producto del mercado competitivo Q_c^* . Con lo que obtenemos que:

$$Q_m^* = \frac{1}{2} Q_c^* \quad (4)$$

Por último, considerando a (1) y (2) para el caso de un oligopolio conformado por dos empresas, asumiendo que las estas empresas tienen un comportamiento definido como de Cournot⁶⁶, es decir, cada empresa sabe que su rival produce y selecciona su propio nivel de producción a fin de maximizar su beneficio, tomado el producto del rival como dado.

La función inversa de la demanda (1) quedará como sigue:

$$p = a - bq_2 - bq_1 \quad (5)$$

Esto porque la empresa 1 al considerar como dado lo que produce la otra empresa quitará lo que ella considera producirá la otra y entonces actuará como monopolista sobre la parte del mercado que resta. De esta forma la función de ingreso total de la empresa 1 será:

$$I(q) = pq_1 = (a - bq_2 - bq_1)q_1 \quad (6)$$

El ingreso marginal entonces:

$$Img = a - bq_2 - 2bq_1 \quad (7)$$

Por lo que la demanda que maximiza sus beneficios será:

$$q_1^* = \frac{1}{2} \left(\frac{a-c}{b} - q_2 \right) = \frac{1}{2} (Q_m^* - q_2) \quad (8)$$

De forma simétricamente inversa sucederá para la empresa dos quien tendrá un nivel de producción:

$$q_2^* = \frac{1}{2} \left(\frac{a-c}{b} - q_1 \right) = \frac{1}{2} (Q_m^* - q_1) \quad (9)$$

Sustituyendo (9) en (8) o viceversa obtendremos que:

⁶⁶ Este tipo de supuesto es definido como de Cournot por ser ese autor quien lo propuso en su trabajo de 1838.

$$q_1^* = q_2^* = \frac{1}{3}Q_c^* \quad (10)$$

Es decir que en oligopolio las empresas tendrán un precio menor y un producto mayor que en monopolio, cubriendo 2/3 de la producción del mercado de competencia.

Esto demuestra que el comportamiento tanto de las empresas monopólicas como de las oligopólicas responde tanto a incentivos relacionados con los precios de los factores, sobre todo por el control ejercen en el mercado, dado el nivel de control que tienen sobre los precios.

El aumento la demanda del mercado (desplazamiento de la curva de demanda a la derecha) si es un mecanismo que induce un aumento de la inversión. De hecho los empresarios estarán atentos al comportamiento de la demanda para determinar anticipadamente el aumento de la inversión producto de un aumento futuro de esta, con objeto de anticiparse a la competencia y de tener la mayor participación en el mercado. "El aumento de la demanda estimula las inversiones incluso si los coeficientes técnicos y aún los costes no varían" (Labini, 1966:167).

Este incentivo de inversión va de la mano con las innovaciones, ya que si bien su introducción representa costos para las empresas, estos podrán ser cubiertos con mayor facilidad mientras mayor sea la demanda.

En el caso de innovaciones de nuevos productos, si esta requiere una inversión mínima esta podrá ser fácilmente replicada por imitadores; pero si la inversión mínima es elevada, entonces la nueva industria surge concentrada, puesto que esta protegida por un salto tecnológico, lo que hace más probable que sea una empresa de gran tamaño que participa en otra industria la que emprenda la producción del nuevo bien (Labini, 1966:168-9).

ANEXO 2

A 2. 1 INTRODUCCIÓN

En los capítulos anteriores nos hemos abocado a revisar aspectos teóricos tanto del origen y sostenimiento de un monopolio, como de la inclusión de actividades de investigación, desarrollo e innovación, así como el cambio tecnológico y los efectos que éstos tienen en mercados monopolísticos o de otro tipo.

En este apartado nos concentraremos en desarrollar un modelo de monopolio natural dinámico que tiene como mecanismo para mantenerse como tal en el tiempo a la innovación.

De lo hasta aquí revisado, sabemos que una empresa monopolística obedece a impulsos diferentes, que los que obedece la empresa de competencia perfecta, como bien lo puntualizó Arrow (1962b). Si consideramos factores externos podemos fácilmente ubicar a la competencia como factor que motiva la innovación, ya que ésta puede servir como mecanismo de exclusión o barrera a la entrada. Además, también podemos ubicar otros factores como la preservación o el aumento de la participación en el mercado o la ampliación de la rentabilidad, lo que es factible si se consideran los factores como las TIC, la inversión que se hace en I+D, además de la capacitación y educación, que afectan positivamente a la productividad de las empresas al acelerar la creación y difusión de los conocimientos, generando un círculo virtuoso entre el conocimiento y su difusión y aprovechamiento a través del avance tecnológico y la innovación.

Nuestra aportación será el desarrollo de un modelo de monopolio natural dinámico que a partir del aprovechamiento de la ambiente económico, empresarial y de innovación, fortalece su situación en su mercado, con la asimilación y adaptación de conocimientos que le permitan hacer innovaciones que afecten positivamente su sostenibilidad; esto es que, del aprovechamiento de los conocimientos y avances tecnológicos, así como del aprendizaje, ésta empresa podrá hacer más su actividad productiva de una forma dinámica tal que irá disminuyendo sus costos de producción dinámicamente, al grado de sostener como tal en el tiempo.

Éste modelo considera la existencia de un mecanismo de eficiencia tecnológica que se incorpora a la función de costos, así como afectaciones a la dinámica poblacional a partir de una población que crece de acuerdo con el modelo de la ley logística, lo que supondrá efectos sobre la demanda del bien que produce dicha empresa.

Un monopolio natural es definido como tal cuando existe la incapacidad técnica, por parte de las posibles empresas competidoras, para apoderarse de todo o alguna parte del mercado que ocupa el monopolio. Sin embargo, en el tiempo las condiciones pueden cambiar y de hecho así pasa, cambios a partir del progreso tecnológico, así como cambios en la demanda pueden generar afectaciones que permitan que sea factible lo que antes no lo era como puede ser la entrada y/o salida de empresas en cualquier mercado, incluido uno monopolizado, situación que nos ha animado a estudiar y proponer el siguiente modelo.

A 2. 2 FUNCIÓN INVERSA DE LA DEMANDA

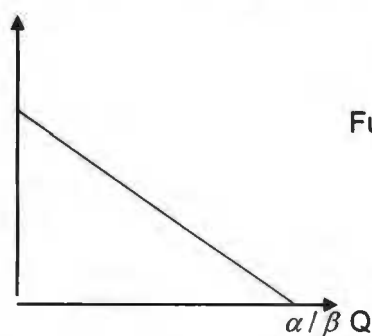
Para la construcción de éste modelo partiremos de la idea de que el monopolista conoce su demanda, que por supuesto también será la demanda del mercado. La relación inversa de la demanda $P = f(D) = f(Q)$, será del tipo:

$$P = \alpha - \beta Q \quad (1)$$

Gráfica A. 1

Gráficamente

$P(Q)$



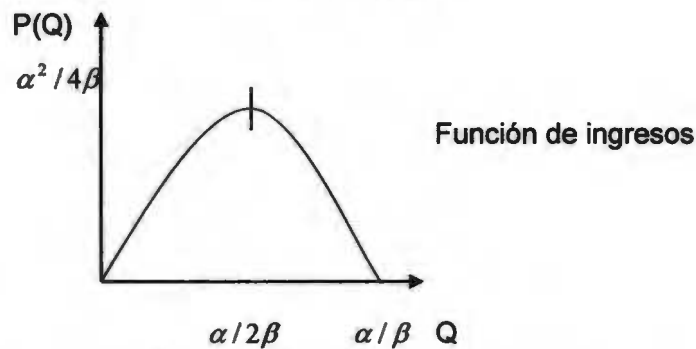
Función de demanda

La función de ingreso total vendrá dado por:

$$I = QP = Q[\alpha - \beta Q] \quad (2)$$

Las funciones de demanda e ingresos serán el primer acercamiento al modelo de monopolio natural porque se buscará que la función de demanda se desplace con el tiempo, considerando para esto el crecimiento poblacional, suponiendo que éste será el primer motivo de que la demanda varíe al aumentar el número de posibles demandantes del producto.

Gráfica A. 2



La función de demanda dinámica será definida como sigue:

$$P(Q,t) = \alpha - \beta Q + L(t) \quad (3)$$

Donde la función de demanda lineal se verá afectada por la dinámica poblacional, producto de su crecimiento en el tiempo.

La dinámica poblacional, entonces, estará determinando el comportamiento de la demanda dado que estaremos considerando un bien de primera necesidad, lo que facilita su introducción. Para el modelo consideraremos dos casos de crecimiento poblacional, el conocido como malthusiano y el de crecimiento logarítmico.

A 2.3 LA FUNCIÓN DE COSTOS TOTALES

Una función de costos dinámicos totales en su forma general será:

$$CT(Q, \dot{Q}, t) \quad (4)$$

Es decir, depende del nivel de producción, de la tasa de cambio del nivel de producción y del tiempo, lo que permite considerar efectos internos causados por fenómenos internos o externos como el cambio tecnológico, la innovación, aprendizaje por ejecución, etc.

Un caso especial de la anterior función podrá ser:

$$CT(Q, t) \tag{5}$$

La cual capta la tasa de cambio del nivel de producción, o la dinámica de producción en el tiempo, además de los efectos del tiempo en los costos de producción, como puede ser un factor que dinamiza la eficiencia productiva en el tiempo como lo es la tecnología, la innovación, etc.

A partir de (5) se introducirá una función de costos dinámica, compuesta por una parte de costos fijos y otra de costos variables que es afectada por un dispositivo de cambio tecnológico que acelera la eficiencia productiva en el tiempo, a fin de lograr un comportamiento eficiente, que para la función de costos implique que ésta disminuye en el tiempo, lo que hace más productiva a la empresa.

El hecho de que el dispositivo tecnológico afecte a la función de costos implica que al aumentar en eficiencia hará que dicha función decrezca, y que si esto es una constante en el tiempo, entonces la empresa será cada vez más eficiente, lo que hará que se mantenga la situación monopólica de esta empresa en el tiempo.

Los costos variables estarán representados por el factor trabajo dominado por las dinámicas de la ley maltusiana y/o logarítmica según sea el caso, mientras que los costos fijos estarán representados por una constante que en principio definiremos como F , por tanto tendremos: $CT(Q, t) = F + wL(t)$, con salario unitario obtendremos:

$$CT = F + L(t) \tag{6}$$

Con el propósito de simplificar la introducción del factor trabajo haremos el supuesto, como en el capítulo anterior, de que éste es una muestra fiel de la población total y que por lo tanto, se puede representar como:

$$L(t) = \theta N(t), \text{ con } 0 < \theta < 1 \tag{7}$$

Donde $L(t)$ conserva las mismas propiedades de $N(t)$.

Tanto los costos fijos como los variables estarán afectados por la tasa de cambio del producto \dot{Q} , que es la variación del producto en el tiempo, y por un factor de cambio tecnológico que hace más eficiente a los costos al disminuir su participación en el tiempo. Tanto \dot{Q} como el factor tecnológico juegan el papel de

transmitir a la función de costos los cambios que en el tiempo se van integrando al proceso productivo, por lo que la función de costos dinámica queda así:

$$CT = [F + L(t)]Q A(t) \quad (8)$$

Donde $A(t)$ representa el factor de cambio tecnológico, el cual debe ser visto como la eficiencia del trabajo que afecta negativamente a los costos haciendo que estos disminuyan en el tiempo.

A 2.3.1 El Cambio Tecnológico

Como explicábamos en el apartado sobre tecnología, existen diversas formas o mecanismos para incorporar al cambio tecnológico en un proceso productivo como factor de eficiencia. En nuestro caso consideraremos que existe un dispositivo que permite que los costos, decrezcan a un grado tal que emulen un proceso eficiencia constante vía una disminución dinámica de los mismos. El producto Q y más

específicamente Q , que es la variación dinámica del producto, integrará junto con los costos fijos y variables a la función de costos, cuya participación irá disminuyendo a medida que el dispositivo de eficiencia tecnológica se involucre dinámicamente.

Dicho dispositivo tiene la característica de que en el tiempo irá restando la importancia de los factores productivos en la función de costos, lo que se entenderá como un mecanismo de eficiencia tecnológica representado matemáticamente como una ecuación diferencial del tipo:

$$\frac{dA}{dt} + kA = 0, \quad (9)$$

cuya solución es:

$$A(t) = ce^{-kt} \quad \text{ó} \quad (10)$$

$$A(t) = A(0)e^{-kt} \quad (10')$$

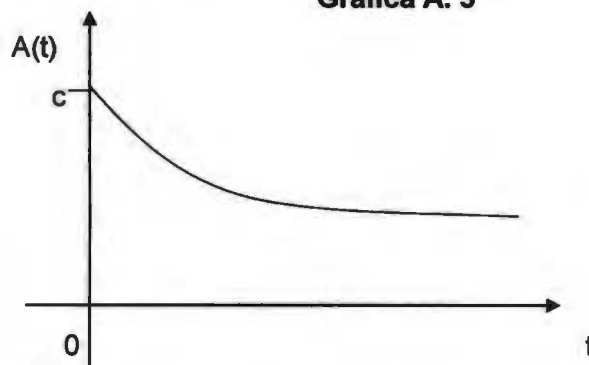
Lo que sugiere esta representación de la tecnología es que a medida que se desarrollan nuevas tecnologías y se obtiene más innovaciones, habrá un efecto de propagación de éstas en el futuro, lo que en principio podría parecer improbable debido a la aleatoriedad asociada a las actividades de I+D+I, sin embargo se

cumple, porque a medida que nuevos desarrollos son generados, éstos tienden a propagarse con una dinámica exponencial debido a los factores que definen a ésta sociedad como son las tecnologías de la información y comunicación (TIC), los flujos de información y conocimientos mediante redes creadas para éste objetivo, la globalización, además de la necesidad de las empresas por aprovechar todas las oportunidades susceptibles de obtener un beneficio económico, sostenibilidad en el mercado, o aumento de participación en él, por mencionar los más evidentes; lo que además de propagar las prácticas exitosas, permite encontrar nuevas aplicaciones para éstos desarrollos en otros sectores, mercados y/o industrias, generando sinergias que apoyan la renovación de nuevas aplicaciones, a la par de soporta la inversión y reinversión en actividades de I+D+I.

Además, las ganancias que éstos nuevos desarrollos y aplicaciones generan incentivan la canalización de más recursos a áreas de I+D+I, fortaleciendo la capacidad del sistema para generar nuevo conocimiento susceptible de ser aprovechado en nuevas tecnologías e innovaciones y fortaleciendo el círculo virtuoso del crecimiento apoyado en la prácticas de I+D+I.

Gráficamente, la representación de la tecnología, considerando que $c, k > 0$, se puede representar como:

Gráfica A. 3



Si decimos que $A(0) = \frac{1}{k}$, con $0 < h < 1$, entonces tendremos de (10) ó (10') a:

$$A(t) = \frac{e^{-kt}}{k} \quad (11)$$

El parámetro k nos dirá que a medida que éste se acerque a cero la convergencia será más lenta, mientras que cuando se acerque a uno ésta será más acelerada. Esto es que, con un k se acerca a cero, tendremos una curva muy pronunciada (asíntota al eje vertical) que disminuye, acercándose al eje horizontal, a medida que el tiempo transcurre de forma muy lenta; mientras que con cuando éste parámetro es cercano a cero, el proceso de convergencia se acelerará.

Consideremos ahora que ese k representa la capacidad de conocimientos y aprendizaje acumulado, que se traduce en innovaciones. Si esto es así, entonces las innovaciones se podrán dar con mayor facilidad, a medida que existan las condiciones para acceder y aprovechar los conocimientos a partir del aprendizaje. Como observamos en el capítulo anterior, el ambiente que envuelve a las empresas, como lo es la capacidad para generar nuevo conocimiento y para que éste sea aprovechado, acelerados por la existencia de las TIC, la vinculación inter e intraempresa; las redes de producción de conocimientos y las instituciones y organizaciones alineadas a hacia ese fin, y en general, todo lo que puede estar alrededor de un sistema nacional de innovación eficiente, son el motor para que exista ese proceso de innovación acumulativa.

Cuando tenemos un k pequeño, estaremos ante un proceso de innovación acumulativa incipiente, donde los conocimientos que se producen o se pueden importar del exterior son limitados y la capacidad de asimilación o de imitación van en el mismo sentido, lo que genera una baja convergencia dinámica de la función de costos. Ésta situación será congruente con la factible entrada de otras empresas con una eficiencia dinámica de innovación mayor, que a la larga pueden llevar a la insostenibilidad de la *ex ante* empresa monopólica, situación que analizaremos con detalle más adelante.

Ahora, diremos, para fines de simplificación, que los costos fijos cumplen con la siguiente igualdad:

$$F = \alpha, \quad (12)$$

Por lo que al sustituir (11) y (12) en (8) tendremos la siguiente función de costos totales dinámica:

$$CT = \frac{\alpha + L(t)}{k} \dot{Q} e^{-rt} \quad (13)$$

Con las funciones (3) y (13) se puede construir una función de beneficios para un monopolista con implicaciones muy importantes para los objetivos del presente trabajo, sin embargo, primero avanzaremos en la construcción de una forma más general del modelo de monopolio natural dinámico.

A 2.4 EL MODELO

A 2.4.1 La forma general del modelo de monopolio natural dinámico

Con las funciones de demanda inversa y de costos totales podemos obtener la versión más general de la función de beneficios del monopolista:

$$\Pi(Q, \dot{Q}, t) = \int_0^T [QP(Q, t) - C(Q, \dot{Q}, t)] e^{-rt} dt \quad (14)$$

La condición de equilibrio a partir de la ecuación de Euler (EE)

$\pi_{1Q} + \pi_{2Q} \dot{Q} + \pi_{3Q} \ddot{Q} - \pi_Q = 0$, será:

$$\frac{P(Q, t) - QP_Q}{r} = \frac{C_Q}{r} + C_{\dot{Q}} - \frac{C_{Q\dot{Q}}}{r} \dot{Q} - \frac{C_{Q\ddot{Q}}}{r} \ddot{Q} \quad (15)$$

La ecuación (12) se puede comparar con la condición de equilibrio del monopolio estático (IMG=CMG), donde los dos términos del lado izquierdo corresponden al valor presente del ingreso marginal futuro (IMG), representando los flujos permanentes de cambio en el IMG. El denominador, por supuesto, traslada el flujo permanente del IMG a su correspondiente valor presente. En cuanto al lado derecho, los términos son componentes del valor presente del costo marginal futuro (CMG). El primer término es similar a aquel del modelo estático excepto que, como en el caso del IMG, el término ahora representa el cambio permanente en el CMG, descontado por r para obtener su correspondiente valor presente. El segundo término, g_Q , es un efecto en el costo marginal causado por incurrir en el costo de cambio de niveles en el tiempo t ; mientras, el tercer término, $-g_{Q\dot{Q}}/r$, es el valor presente del cambio permanente en el CMG causado por el cambio

esperado en el costo de cambios de nivel en el tiempo. El cuarto término, $-g_{QQ}\dot{Q}/r$, es el producto de los términos $-g_{QQ}/r$ y \dot{Q} . El primero es el valor presente del beneficio (costo) permanente de la gran empresa en términos del costo marginal decreciente (creciente) del tamaño cambiante, mientras que el segundo es $\partial Q/\partial t$. El quinto elemento, el producto de $-g_{QQ}/r$ y \dot{Q} representa el efecto de cambio de la tasa de cambio de los niveles de producción sobre el costo marginal permanente. Note que los signos de los últimos cuatro pueden variar de empresa a empresa porque depende de la forma actual de la función de costos de la empresa por parte de la escala, el cambio de la escala y del punto de vista del tiempo.

Un caso especial de la versión general presentada en (14) puede ser la siguiente:

$$\Pi[Q, \dot{Q}, t] = \int_0^T \{QP(Q, t) - C(Q, t)\} e^{-rt} dt \quad (16)$$

Este caso particular no considera en la función de costos el nivel de producción Q , lo que centra la atención sobre la tasa de cambio de su nivel de producción \dot{Q} , y, como lo dicen Jen y Southwick Jr. (1969) "Un adecuado modelo de comportamiento monopolístico debería ser por lo tanto no sólo naturalmente dinámico a fin de considerar posibles cambios futuros de las curvas de demanda y costos, sino debería ser también lo suficientemente incluyente tal que el efecto de los posibles cambios futuros en la posición monopolística puedan ser estudiados". Además de lo anterior, y como decíamos antes, utilizando a (16), es decir un modelo con función de costos dinámica del tipo: $CT(Q, t)$, los efectos de las variaciones del producto en el tiempo serán factores que estarán afectando directa a la función de costos de forma aislada. Esto sin considerar la dificultad que puede tener el encontrar una solución a una ecuación como (11). Para el caso de (16), a partir de la EE, las condiciones de equilibrio de un monopolio serán:

$$\frac{P(Q, t) - QP_Q}{r} = C_Q - \frac{C_{Q\dot{Q}}}{r} - \frac{C_{QQ}}{r} \dot{Q} \quad (17)$$

La solución (17) es idéntica que (15) en su lado izquierdo, no así en el derecho, donde faltan los términos uno y cuatro. Este caso enfatiza los términos que

afectan a la variación del producto en el tiempo y los efectos del tiempo en la función de costos.

A 2.4.2 Caso 1. Modelo de monopolio natural con demanda lineal

Un ejemplo de función de beneficios dinámica con la que podremos obtener algunos resultados importantes será:

$$\Pi[Q, \dot{Q}, T] = \int_0^{\infty} \left\{ Q[\alpha - \beta Q] - \left[\frac{\alpha}{h+r} \right] Q e^{-h t} e^{-r t} \right\} dt \quad (18)$$

La cual surge de sustituir en (16) a (1) y (13). Aquí, supondremos que $k = h + r$, donde h será el parámetro que determine el grado de eficiencia y r será la tasa de descuento que nos ayude a encontrar el valor presente de la ecuación (18).

La función junto con sus condiciones iniciales y finales queda:

$$\Pi[Q, \dot{Q}, T] = \int_0^{\infty} \left\{ Q[\alpha - \beta Q] - \left[\frac{\alpha}{h+r} \right] Q e^{-t(h+r)} \right\} dt \quad (18')$$

$$\text{Sujeto a } Q(0) = Q_0 \quad (Q_0 \text{ dado})$$

$$\text{Y } Q(T) = Q_T \quad (\text{con } Q_T \text{ y } T \text{ libres})$$

De la EE $\pi_{i\dot{Q}} + \pi_{Q\dot{Q}} \dot{Q} + \pi_{Q\dot{Q}} \ddot{Q} - \pi_{\dot{Q}} = 0$, obtendremos las siguientes derivadas:

$$\pi_{\dot{Q}} = \alpha - 2\beta Q; \quad (19)$$

$$\pi_{\dot{Q}} = - \left(\frac{\alpha}{h+r} \right) e^{-(h+r)t} = 0 \quad (20)$$

$$\pi_{i\dot{Q}} = (h+r) \left[\frac{\alpha}{h+r} \right] e^{-(h+r)t} \quad (21)$$

Que nos servirán para obtener la siguiente igualdad:

$$(h+r) \left(\frac{\alpha}{h+r} \right) e^{-(h+r)t} - (\alpha - 2\beta Q) = 0,$$

que al despejar Q y simplificar nos queda:

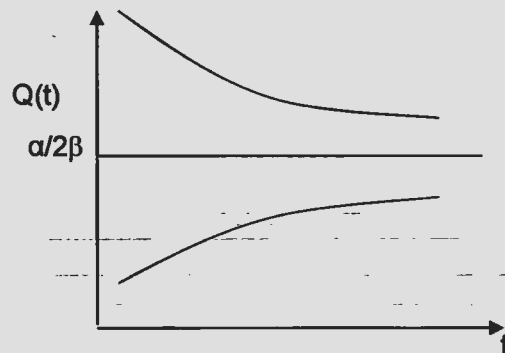
$$Q = \frac{\alpha}{2\beta} [1 - e^{-(h+r)t}] \quad (22)$$

Siendo esta la condición de maximización del monopolio, donde la producción en $t = 0$ es cero, pero a medida que éste tiende a infinito la producción se acerca a su punto de equilibrio $\alpha/2\beta$, dado que $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-(h+r)t} = 0$.

La cantidad de producción convergerá hacia un nivel de producción determinado, situación que es congruente con el modelo planteado para un mercado con demanda constante.

Gráfica A. 4

Gráficamente



A 2.4.2.1 Condición de transversalidad

La ecuación (15) será la condición de transversalidad, la cual nos permite verificar si la solución de nuestro problema será convergente y congruente con las condiciones de un mercado de producción netamente económico. Esto es, que si al extinguirse el consumo, la producción también lo hará, lo que se comprueba al aplicar el límite cuando t tiende a infinito a (20), es decir:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left[-(\alpha/h)e^{-(h+r)t} \right] = 0 \quad (23)$$

Se cumple la igualdad, por lo que la introducción de esta condición de transversalidad permite la congruencia del modelo.

En el siguiente apartado introduciremos la función de demanda de largo plazo, situación que revisaremos a continuación.

A 2.4.3 Caso 2. Función de demanda dinámica

Para la presentación de este caso nos valdremos del crecimiento poblacional y de los modelos expuestos antes iniciando con el modelo de crecimiento poblacional maltusiano.

A 2.4.3.1 La introducción del crecimiento poblacional en el modelo

Supongamos una función de demanda como la de (2) que mantiene una dinámica asociada al crecimiento del trabajo, como la siguiente:

$$P = \alpha - \beta Q + L(t) \quad (24)$$

La función de costos será como la expuesta en (13):

$$CT = \frac{\alpha + L(t)}{k} Q e^{-ht} \quad (13)$$

La función de ingresos a partir de (24) quedará así:

$$I = QP = Q[\alpha - \beta Q + L(t)] \quad (25)$$

Teniendo que la función de beneficios dinámica del monopolista quedará como sigue:

$$\Pi = Q[\alpha - \beta Q + L(t)] - \left[\frac{\alpha + L(t)}{h} \right] Q e^{-ht} e^{-rt} \quad (26)$$

El objetivo de la empresa será maximizar a (26), a valor presente, por lo que tendremos:

$$\Pi[Q, Q, T] = \int_0^{\infty} \left\{ Q[\alpha - \beta Q + L(t)] - \left[\frac{\alpha + L(t)}{h+r} \right] Q e^{-(h+r)t} \right\} dt \quad (27)$$

$$\text{Sujeto a } Q(0) = Q_0 \quad (Q_0 \text{ dado})$$

$$\text{Y } Q(T) = Q_T \quad (\text{con } Q_T \text{ y } T \text{ libres})$$

Aplicando la ecuación de Euler, tendremos que la condición para maximizar la ecuación se cumple cuando Q es:

$$Q = \left[\frac{\alpha + L(t)}{2\beta} \right] \left[1 - e^{-(h+r)t} \right] \quad (28)$$

Como en el caso de demanda lineal cuando $t = 0$ la producción es nula, pero ¿qué pasa con la función cuando $t \rightarrow \infty$? El segundo término del segundo corchete

tiende a cero, dado que $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-(h+r)t} = 0$, pero simultáneamente y a medida que el tiempo avanza, la población, que también depende del tiempo, estará envuelta en un proceso que dependerá de qué tipo de modelo de crecimiento poblacional se utilice.

Esto es que, si utilizamos al crecimiento poblacional $N(t)$ de la solución al modelo *Malthusiano* obtendremos que:

$$Q = \left[\frac{\alpha + L_0 e^{ht}}{2\beta} \right] \left[1 - e^{-(h+r)t} \right] \quad (29)$$

Donde se estará reproduciendo el proceso que antes explicábamos del límite del término e^{-ht} , junto con movimientos de la población que también depende del tiempo, es decir que, mientras que el segundo corchete, a medida que el tiempo avanza, se acerca a uno, el primer corchete producto del aumento poblacional hace que la producción crezca constantemente al infinito, debido a que la población crece al infinito a medida que el tiempo avanza. Dicho de otra forma,

$Q \rightarrow \infty$, cuando $t \rightarrow \infty$, porque cuando sucede esto $L_0 e^{ht} \rightarrow \infty$; lo que entraña problemas económicos, ya que como explicábamos cuando revisamos éstos temas, el planeta también tiene límites en cuanto a su capacidad para soportar a una cierta población.

¿Ocurrirá lo mismo con la ley logística? Veámoslo.

La función de producción dinámica se transforma en:

$$Q = \left[\frac{\alpha + \frac{aL_0}{bL_0 + (a - bL_0)e^{-at}}}{2\beta} \right] \left[1 - e^{-(h+r)t} \right] \quad (30)$$

Otra vez, al revisar el término del segundo corchete, a medida que el tiempo tiende a infinito tiene como límite al uno, mientras que el mismo avance del tiempo también tiene repercusiones sobre el primer corchete y específicamente sobre el término que multiplica a e^{-at} , ya que éste tiene como límite el cero cuando $t \rightarrow \infty$, lo que provoca que el cociente converja hacia el valor a/b , que en conjunto con los otros parámetros determinarán un nivel de producción entre cero y un número positivo que sea congruente con todos los parámetros, incluidos aquellos que

representan los límites de la carga poblacional posible del planeta y de la capacidad de innovación del monopolio.

El nivel de producción de equilibrio quedaría así:

$$Q^* = \frac{\alpha b + a}{2\beta b} \quad (31)$$

Siendo éste, el volumen de producción de largo plazo con una función de demanda dinámica y con costos de producción dinámicamente eficientes producto de la eficiencia tecnológica y la innovación.

El precio en este mercado, considerando a (24) y (31), será:

$$P^* = \frac{\alpha b + 3a}{2b} \quad (32)$$

Mientras que el beneficio estará dado por:

$$\Pi^* = P^* Q^* - C(Q^*) \quad (33)$$

Cabe mencionar que la función de costos tiene un comportamiento dinámico cada vez más eficiente, a medida que el tiempo avanza, por lo que en el largo plazo, cuando $t \rightarrow \infty$, éstos serán nulos, por lo que el beneficio será igual al ingreso total, quedando los beneficios de largo plazo como sigue:

$$\Pi^* = \left(\frac{\alpha b + a}{2\beta b} \right) \left(\frac{\alpha b + 3a}{2b} \right) = \left(\frac{(\alpha b + a)(\alpha b + 3a)}{4\beta b^2} \right) \quad (34)$$

A partir del argumento presentado en el punto 2.5 sobre bienestar social, sabemos que la pérdida de bienestar social producto del peso muerto del monopolista (PMM), se puede contrarrestar mediante la disminución de la función de costos, esto es que, cuando existe un poder de mercado creciente el bienestar social se verá afectado negativamente, cuantificado por el PMM, el cual puede limitarse o disminuirse si el aumento del poder de mercado se acompaña con funciones de costos decrecientes.

Ahora, considerando esos resultados revisados en el capítulo dos, y contrastándolos con los obtenidos aquí, podemos deducir que si el monopolista logra afianzar una dinámica de costos decrecientes, que en el infinito tienden a cero, como es el caso, estaremos en condiciones de considerar que existe una

tendencia que limita la pérdida de bienestar social que se origina con la existencia del monopolio.

Para el caso competitivo, consideraremos la misma función de demanda inversa utilizada aquí, a fin de hacer algunos comparativos.

De (19), que es la función de demanda inversa, y del concepto de equilibrio en mercados perfectos que es $P = C'$, obtenemos lo siguiente:

$$P(t) = \alpha - \beta Q + L(t) = C' \quad (35)$$

Sabiendo que de (6) tenemos: $\lim_{t \rightarrow \infty} L(t) = a/b$, tendremos que Q será:

$$Q_c^* = \frac{\alpha b + a - bC'}{\beta b} \quad (36)$$

Donde C' es la función de costos marginales en competencia perfecta.

Igualando (31) con (36) tendremos que:

$$\frac{\alpha b + a}{2\beta b} = \frac{\alpha b + a - bC'}{\beta b}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right) \frac{\alpha b + a}{\beta b} = \frac{\alpha b + a}{\beta b} - \frac{C'}{\beta}$$

En la parte izquierda tenemos la cantidad de producto que se obtiene en un mercado monopolizado, mientras en la derecha el producto en un mercado competitivo. Es posible ver algunas similitudes, como que la cantidad del lado izquierdo es la mitad de la cantidad del lado derecho menos el costo marginal ponderado por β . Esto quiere decir que para que la pérdida de bienestar de tener un monopolio sea nula, se deberá de cumplir la siguiente igualdad:

$$\frac{\alpha b + a}{2\beta b} = \frac{C'}{\beta} \quad (37)$$

Este es el nivel de bienestar medido en términos de la cantidad producida en uno y otro mercado. Si por el contrario se cumple que:

$$\frac{\alpha b + a}{2\beta b} > \frac{C'}{\beta} \quad (38)$$

Estaremos ante la situación de que la cantidad producida es mayor en el mercado competitivo, existiendo una ganancia de bienestar social, en términos del producto

creado, que será mayor a medida que la diferencia aumente, en un mercado monopolístico.

El monopolista, valiéndose de las condiciones externas e internas de cambio tecnológico, flujo de conocimientos, capacitación y aprendizaje del factor humano, logra generar eficiencias que se traducen en una mayor eficiencia y por ende en sostener su posición dentro del mercado, lo cual se debe de entender también, como una circunstancia de la competencia, como factor externo, y de una búsqueda de la eficiencia, como factor interno, la podría llevar a la situación de mejorar el bienestar social, aún en su condición de monopolio, a medida que siga en su dinámica de eficiencia.

ANEXO 3

A 3. 1 LA POBLACIÓN Y EL TRABAJO

De acuerdo con la escuela de pensamiento neoclásico, la distribución del ingreso entre los factores productivos se determina a partir de su productividad marginal. Este método para resolver el problema de la distribución del ingreso es factible siempre y cuando, se sostenga el supuesto de la homogeneidad lineal de la función de producción, de lo contrario, éste mecanismo se deberá desechar y en su lugar proponer algún otro. Éste será el punto que estaremos desarrollando en el siguiente apartado.

3.1.1 La población

El crecimiento poblacional y del trabajo serán otras variables que revisaremos con cierto detalle, dada la trascendencia que tendrán para nuestro modelo.

Tradicionalmente, para modelos económicos dinámicos, se introduce al crecimiento poblacional como variable que explica la dinámica que seguirá el consumo en general y el factor trabajo en particular, de ahí su importancia.

A fin de simplificar su introducción en el modelo se considera que ésta se determina por factores netamente externos al modelo, suponiendo que crece a una tasa constante.

Decir que la población crece a una tasa constante, es sinónimo de decir que tiene un crecimiento tipo malthusiano; sin embargo éste no es el único tipo de crecimiento poblacional que se considera. Existe uno un poco menos utilizado, que es el crecimiento poblacional de la ley logística. Dicho tipo hace referencia al comportamiento que sigue en el tiempo.

Para entender sus propiedades haremos una breve exposición de los mismos.

A 3.1.1.1 Modelo malthusiano

El crecimiento poblacional constante malthusino, puede ser de signo positivo o negativo, aunque es el primero el más relevante y el que consideraremos.

Dicho crecimiento poblacional puede representarse como una ecuación diferencial del tipo:

$$\frac{dN}{dt} = kN \quad (1)$$

donde k es una constante positiva, con la condición inicial de que N en el tiempo cero es $N(0) = N_0$.

Integrando ambos lados de la ecuación obtenemos el valor de N :

$$N = ce^{kt} \quad (2)$$

Y con la condición inicial, podemos definir a la solución de esa ecuación:

$$N = N_0 e^{-kt_0}, \quad (3)$$

Otra forma de expresar lo anterior es:

$$N = N_0 e^{k(t-t_0)} \quad (3')$$

Lo que tenemos con la solución de este crecimiento poblacional es que a medida que pasa el tiempo, la población crece constantemente, sin límite, lo que en el largo plazo implicará algún grado de inviabilidad, sin contar que a lo largo de la historia por más increíble que parezca la población no ha crecido constantemente, bástese recordar los períodos de guerra que normalmente son acompañados de escasez de alimentos y medicinas y que afectan negativamente al crecimiento poblacional, ya que el planeta y la vida en sí misma nos muestra la existencia de límites ante situación de saturación y sobresaturación, como aquellos que ocurren a partir de por ejemplo de afectaciones, cambios ambientales o fenómenos naturales, que en un instante pueden alterar la dinámica poblacional. Un ejemplo muy reciente fue el tsunami que acabó con la vida del alrededor de 250,000 personas de al menos cuatro países.

A 3.1.1.2 Modelo de la ley logística

El segundo caso, por el contrario, establece la existencia de límites en el crecimiento de la población por la incapacidad del planeta de soportar un crecimiento ilimitado, porque esto acarrearía problemas relacionados con el

aumento de la competencia por los recursos necesarios para subsistir, provocando, por necesidad, una desaceleración del crecimiento poblacional.

De acuerdo a Brida, Mingari y Ritelli (2005), existe un límite para el tamaño de la población llamado "capacidad de carga" el cual se refiere a la capacidad que tiene el planeta para soportar una determinada cantidad de población, que al irse acercando a dicho límite, en el planeta se desarrollarán ciertos efectos que harían que dicho límite no se rebase como son: la falta de alimento y agua, la contaminación y otros factores naturales y/o ambientales, etc.

En concordancia con estos autores la ley de crecimiento de la población deberá de seguir las siguientes propiedades:

1. Cuando la población es lo suficientemente pequeña en comparación con la capacidad de carga, N crece aproximadamente a una tasa constante $n > 0$;
2. Cuando la población es lo suficientemente grande en proporción a la capacidad de carga, los recursos económicos se escasean y esto afecta negativamente al crecimiento poblacional;
3. La tasa de crecimiento poblacional es decreciente a cero en el largo plazo.

La ley logística captura esas propiedades a partir de considerar ciertas

interacciones de la forma $N\left(\frac{1-N}{2}\right)$ para un tamaño de población N dada. Esto es,

la población cambia a partir de la ecuación siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= kL - k_1 N \frac{N-1}{2} \\ \frac{dN}{dt} &= \left[k + \frac{k_1}{2} \right] N - k_1 \frac{N^2}{2} \end{aligned} \quad (4)$$

Podemos determinar que

$$\frac{dN}{dt} = aN - bN^2, \quad (5)$$

para $a, b > 0$, con $a = k + k_1/2$ y $b = k_1/2$, que es la ecuación de crecimiento logístico.

En general, cuando la población esta en un tamaño mediano, el parámetro b es relativamente más pequeño que el parámetro a , por lo que la población tiende a crecer a una tasa constante, pero conforme crece la población, y por tanto la

competencia por los recursos económicos, el parámetro b junto con el segundo término toman mayor relevancia, dada la mayor competencia por los recursos, llevándonos a una situación más radical a medida que el tiempo tienda a infinito, con un decrecimiento de la población.

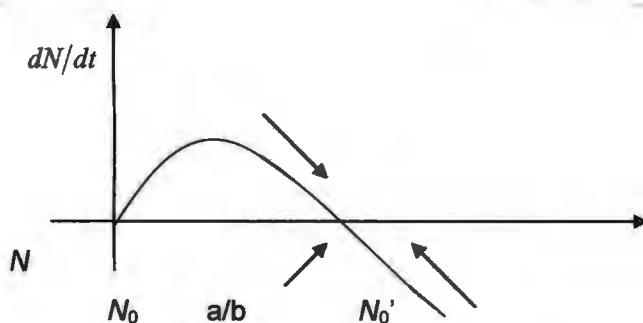
Cuando el tiempo va a infinito la tasa de población tiende a cero, lo que significaría el final de los tiempos. Esto es, a partir del resultado anterior, la ecuación de crecimiento logístico se define como:

$$\dot{N} = N(a - bN), \text{ con } a, b > 0.$$

Esta ecuación de crecimiento es una ecuación diferencial de primer orden, que de acuerdo a las condiciones de estabilidad los equilibrios poblacionales se encontrarán en los puntos donde se cumple que: $dN/dt = 0$, teniendo dos puntos que cumplen con esta condición: $N = 0$ y $N = a/b$

El punto donde la población es positiva ($N = a/b$) es el de mayor interés y gráficamente se ve de la siguiente forma:

Gráfica A. 5



Para una población inicial $N_0 < a/b$ tenemos que $dN/dt > 0$, dado que los dos diferenciales son positivos; mientras que cuando $N_0 > a/b$ el crecimiento de la población $dN/dt < 0$, porque el diferencial dL será negativo a medida que el diferencial del tiempo crece, por lo que se estará determinando un equilibrio estable.

Para resolver dicha ecuación diferencial podemos integrar ambos lados, teniendo que:

$$\frac{dN}{dt} = aN - bN^2 = N(a - bN)$$

$$\int \frac{1}{N(a - bN)} dN = \int dt$$

Pero rescribiendo el primer término tenemos que⁶⁷:

$$\frac{1}{N(a - bN)} = \frac{1}{a} \left(\frac{1}{N} - \frac{b}{a - bN} \right)$$

Entonces al aplicar integrales obtenemos:

$$\frac{1}{a} \int \frac{1}{N} dN - \frac{1}{a} \int \frac{-b}{a - bN} dN = \int dt$$

Definiendo a la integral con extremos superior e inferior N y N_0 respectivamente y aplicándolo llegamos a:

$$\left[\frac{1}{a} \ln N - \frac{1}{a} \ln(a - bN) \right]_{N_0}^N = t - t_0 \quad \text{ó}$$

$$\ln \left[\frac{N(a - bN_0)}{N_0(a - bN)} \right] = a(t - t_0)$$

y al aplicar exponentes y reordenando

$$N_0(a - bN)e^{a(t-t_0)} = N(a - bN_0)$$

Ahora resolviendo para $N(t)$

$$N_0 a e^{a(t-t_0)} = N b N_0 e^{a(t-t_0)} + N(a - bN_0) = N [b N_0 e^{a(t-t_0)} + (a - bN_0)]$$

$$N(t) = \frac{a N_0}{b N_0 + (a - b N_0) e^{-a(t-t_0)}} \quad (6)$$

Esta es la función logística, la cual depende de tres parámetros a , b y N_0 , teniendo un límite superior en:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = a/b \quad (7)$$

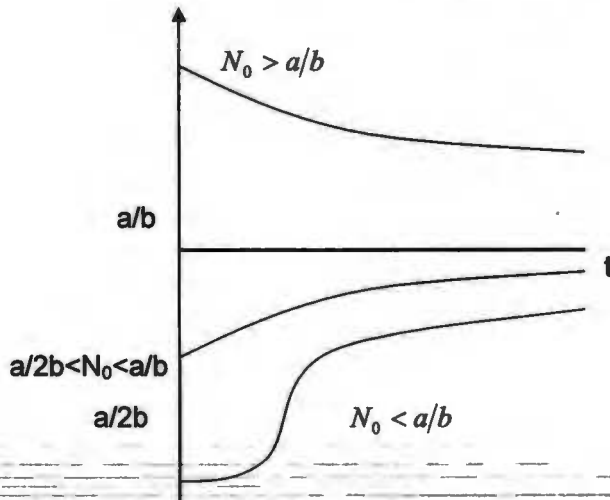
Esto porque el segundo término del denominador tiende a cero cuando t tiende a infinito. Por tanto el crecimiento de la población nunca alcanza al cero.

Una segunda propiedad es que tiene un punto de inflexión en:

⁶⁷ Para una revisión más detallada de la solución de ésta ecuación diferencial vea el anexo 2.

$$N(t) = \frac{a}{2b} \quad (8)$$

Gráfica A. 6



Que se puede establecer de la ecuación logística de crecimiento, dado que el punto de inflexión ocurre cuando esta ecuación está en un máximo. Así, a partir de primera condición para máximos y mínimos, obtenemos:

$$N(t) = aN - bN^2$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = a - 2bN = 0, \text{ teniendo que } N = \frac{a}{2b}.$$

La forma de la curva depende de las condiciones iniciales de la población, si están por encima o debajo del valor de inflexión de L o incluso del valor límite a/b.

Gráficamente tenemos lo sigue:

Lo que nos permite observar la convergencia dinámica que guarda éste modelo poblacional hacia un punto de equilibrio poblacional que está en armonía con las condiciones económicas y ambientales del sistema.

A 3.1.2 El trabajo

El factor trabajo, para fines prácticos, lo podremos suponer como una proporción de la población total, el cual podrá ser una muestra fiel de la conducta que sigue la

población en su conjunto. Si esto es así, entonces podremos representar al trabajo como:

$$L(t) = \theta N(t), \text{ con } 0 < \theta < 1 \quad (9)$$

Donde $L(t)$ el trabajo, tendrá las mismas propiedades de $N(t)$ la población; lo que ayudará a introducir éstas variables en los modelos que se presentarán en el siguiente capítulo.

Para resolver dicha ecuación diferencial podemos integrar ambos lados, teniendo que:

$$\frac{dN}{dt} = aN - bN^2 = N(a - bN)$$

$$\int \frac{1}{N(a - bN)} dN = \int dt$$

Pero rescribiendo el primer término tenemos que:

$$\begin{aligned} \frac{1}{N(a - bN)} &= \frac{a}{a} \left(\frac{1}{N(a - bN)} \right) = \frac{a}{aN(a - bN)} = \frac{a - bN + bN}{aN(a - bN)} = \frac{a - bN}{aN(a - bN)} + \frac{bN}{aN(a - bN)} \\ &= \frac{1}{aN} + \frac{-bN}{aN(a - bN)} = \frac{1}{a} \left(\frac{1}{N} + \frac{-b}{a - bN} \right) = \frac{1}{a} \left(\frac{1}{N} - \frac{-b}{a - bN} \right) \end{aligned}$$

Entonces al aplicar integrales obtenemos:

$$\frac{1}{a} \int \frac{1}{N} dN - \frac{1}{a} \int \frac{-b}{a - bN} dN = \int dt$$

Definiendo a la integral con extremos superior e inferior N y N_0 respectivamente y aplicándolo llegamos a:

$$\left[\frac{1}{a} \ln N - \frac{1}{a} \ln(a - bN) \right]_{N_0}^N = t - t_0 \quad \text{ó}$$

$$\ln \left[\frac{N(a - bN_0)}{N_0(a - bN)} \right] = a(t - t_0)$$

y al aplicar exponentes y reordenando

$$N_0(a - bN)e^{a(t-t_0)} = N(a - bN_0)$$

Ahora resolviendo para $N(t)$

$$N_0 a e^{a(t-t_0)} = N b N_0 e^{a(t-t_0)} + N(a - bN_0) = N [b N_0 e^{a(t-t_0)} + (a - bN_0)]$$

$$N(t) = \frac{aN_0}{bN_0 + (a - bN_0)e^{-a(t-t_0)}}$$

Esta es la función logística, la cual depende de tres parámetros a , b y N_0 , teniendo un límite superior en:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} N(t) = a/b$$

Esto porque el segundo término del denominador tiende a cero cuando t tiende a infinito. Por tanto el crecimiento de la población nunca alcanza al cero.

Una segunda propiedad es que tiene un punto de inflexión en:

$$N(t) = \frac{a}{2b}$$

Que se puede establecer de la ecuación logística de crecimiento, dado que el punto de inflexión ocurre cuando esta ecuación está en un máximo. Así, a partir de primera condición para máximos y mínimos, obtenemos:

$$N(t) = aN - bN^2$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = a - 2bN = 0, \text{ teniendo que } N = \frac{a}{2b}.$$

BIBLIOGRAFIA

Accinelli, E. y Gabriel Brida (2007), "Population growth and the Solow-Swan model" *International Journal of Ecological Economics and Statistics*, 8, (S07), 54-63.

Accinelli, E. y Gabriel Brida (2007), "The Dynamics of the Ramsey Economic Growth Model with the von Bertalanffy Population Growth Law." *Applied Mathematical Sciences*, 1, (1-4), 109-118. ISSN 1312-885. Hikary Ltd.

Accinelli, E. y Gabriel Brida (2006), "Re-formulation of the Ramsey model of optimal economic growth." *WSEAS Transactions on Mathematics*, Issue 5, Volume 5, 473-479.

Acemoglu, Daron y James A. Robinson (2000), "Political losers as a barrier to economic development", *The American Economic Review*, vol. 90, no. 2 (may, 2000), pp. 126-130.

Aghion, Philippe y Rachel Griffith (2005), *Competition and growth. Reconciling theory and evidence*, the MIT press, Cambridge, Massachusetts.

Aghion Philippe y Peter Howitt (2005), "Growth with quality-improving innovations: an integrated framework", en *Handbook of economic growth*, vol. 1A, edit. Philippe Aghion y Steven Durlauf, Elsvier, 2005.

Aghion, P. y Peter Howitt (1990), "A model of Growth through Creative Destruction" en NBER no. 3223, Ene 1990.

Aghion, P. y Peter Howitt (1998), *Endogenous growth theory*, The IMT press, EUA.

Armentano, Dominick (1999), "Antitrust. The case of repeal", The Ludwig von Mises Institute, Alabama, EUA.

Arrow, Kenneth (1962a), "The economic implications of learning by doing", en *Review of economic studies*, vol. XXIX, no. 80, junio 1962, pp. 155-173.

Arrow, Kenneth (1962b), "Economic welfare and the allocation of resources for invention", pp. 164-181, en Rosenberg, Nathan (editor), "The economics of technological change", Penguin modern economics readings, 1971, Baltimore, EUA.

Aristóteles (1951), *Política*, Instituto de Estudios Políticos, Madrid, 1951, libro I, cap. 12, -pp 20-2.

Basalla, George (1991), *La evolución de la tecnología*, Ed. Crítica, Barcelona, España.

Becker, Gary (1977), *Teoría Económica*, FCE, México.

Berg, Sanford V. (1988), *Natural monopoly regulation*, Cambridge university press, EUA.

Bravo-Ortega, Claudio y José De Gregorio (2002), "The relative richness of the poor? Natural resources, human capital and economic growth", Banco central de Chile, Documento de trabajo 139, febrero 2002.

Brida, J. Gabriel, Mingari G. y Ritelli D (2005) "The Solow growth model with logistic manpower: a stability anlysis"

Boisier, Sergio (2001), "Sociedad del conocimiento, conocimiento social y gestión territorial" , junio 2001.

Boldrin, M. y Levine D. (2008), *Against intellectual monopoly*, Cambridge University Press.

Bork, Robert (1978), *Antitrust paradox: A policy at war with itself*, Free press, New York.

Berumen, Sergio A. (2006), "La cuestión del crecimiento económico desde el pensamiento evolucionista", en *Panorama socioeconómico*, julio-diciembre, año/vol. 24, no. 33, Universidad de Talca, Chile.

Castells, Manuel (2000), *La era de la información: economía, sociedad y cultura. Volumen I: La sociedad red*, Alianza, Madrid, 2000.

Cimoli, M.; Della Giusta M. (2003), "The nature of technological change and its main implications on national systems of innovation", en Aboites J.; Dutrénit G. (coordinadores), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, UAM_Xochimilco y Miguel Ángel Porrúa editores.

Courant Richard y Herbert Robbins (1941), *¿Qué son las matemáticas? Conceptos y métodos fundamentales*, FCE, México, 2002.

Chiang, Alpha C. (1992), *Elements of dynamics optimization*, Mc Graw-Hill, Inc.

Coase, Ronald (1937), "The Nature of the Firm", Editado por Williamson O. E. y Winter Sydney, Oxford University Press, 1993.

Cournot (1838) [1960], *Researches into the mathematical principles of the theory of wealth*, London, Hafner.

CONACYT, (2004), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, CONACYT, D. F., México.

Darwin, Charles (1859), *El origen de las especies*, UNAM, México, 1959.

Dixit, A. K. (1976), *La teoría del crecimiento equilibrado*, FCE, D. F., México, 1987.

DiLorenzo, Thomas (1996), The myth of natural monopoly; the review of austrian economics, Vol. 9, No. 2, 43-58.

Dussel Peters, Enrique (1999), "Reflexiones sobre conceptos y experiencias internacionales de industrialización regional", en Ruiz Durán, Clemente y Enrique Dussel Peters (coordinadores), *Dinámica regional y competitividad industrial*, UNAM, Fundación Friedrich Ebert y Editorial Jus, México, D. F.

Dussel Peters, Enrique y Jorge Kats (2002), "Diferentes estrategias en el nuevo modelo económico latinoamericano: importaciones temporales para su reexportación y transformación de materias primas", en , septiembre, 2202.

Dutrénit, Gabriela (1994), "Sistema Nacional de Innovación", en *Comercio Exterior*, vol. 44, no. 8, agosto, 1994, DF, México.

Edgeworth, F.Y. (1911a). Contribution to the theory of railway rates, *The Economic Journal*, 21 (83): 346-370.

Edgeworth, F.Y. (1911b). Contribution to the theory of railway rates.-II. *The Economic Journal*, 21 (84): 551-571.

Edgeworth, F.Y. (1912). Contribution to the theory of railway rates.-III. *The Economic Journal*, 22 (86): 198-218.

Edgeworth, F.Y. (1913). Contribution to the theory of railway rates. IV. *The Economic Journal*, 23 (90): 206-226.

Fudenberg Drew y Jean Tirole (1996), *Game theory*, The MIT press, Cambridge, Massachusetts, London, England.

Gates, Bill (1996), *Camino al futuro*, McGraw-Hill, D:F., México.

Grossman, G. Helpman, E. (1993), *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA MIT Press.

Gibbons, Robert (1992), *Un primer curso de Teoría de Juegos*, Antoni Bosh, Barcelona, España.

Gylfason, Thorvaldur (2000), "Natural resources, education and economic development", *European Economic Review*, JEL:011.

Harsanyi John (1976), A solution concept for n-person noncooperative games, *International Journal of Game Theory* 2, 235-250.

Helpman, Elhanan (1998), *General purpose technologies and economic growth*, The IMT press, EUA.

Hotelling, Harold (1938), "General welfare in relation to problems of taxation and railway and utility rates", *Econometrica*, (6), 242-269.

Hotelling, Harold (1929), *Stability in competition*, *Economic Journal*, 39, 41-47; Reimpreso en Stigler, George y Kenneth E. Boulding (editores), *AEA Reading in price theory*, Chicago II: Richard D. Irwin, 1952, pp. 467-484.

Kreps David y Robert Wilson, (1982), *Sequential equilibria*, *Econometrica*, 50, 863-894.

Jen, Frank y Lawrence Southwick Jr. (1969), "Implications of Dynamic Monopoly Behavior", *AER*, USA.

Labini, Sylos P. (1964), *Oligopolio y progreso técnico*, Ediciones oikos-tau, Barcelona, España, 1966.

Lerner, Abba (1934), "The concept of monopoly and the measurement of monopoly behavior", en *Review of economic studies*, EUA.

Mascareñas, Juan (2005), *Fusiones y adquisiciones de empresas*, 4ª ed. McGraw-Hill, Madrid, España.

Mill, J.S. [1848] (1849). *The Principles of Political Economy: With Some of their Applications to Social Philosophy*. London: John W. Parker.

Mosca, M. (2006), "On the origins of the concept of natural monopoly", Università di Lecce Department of Economics Working Paper No. 92/45. Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=975461>

Nelson, Richard (1959), "The simple economics of basic scientific research", en Rosenberg, Nathan (editor), "The economics of technological change", *Penguin modern economics readings*, 1971, Baltimore, EUA.

Nelson, Richard (1993), *National innovation systems: A comparative analysis*, Oxford university press, Inc. New York, NY.

Nelson, Richard y Oliver Winter (1982), *An evolutionary theory of economic change*, Belknap, Cambridge, Massachusetts, EUA.

OECD (2001), *The economy beyond the hype*, OECD.

OECD (2000), *Science, technology and industry outlook*, OECD, 2000.

Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, (2005), *Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, 3ª ed. Comunidades Europeas, España.

Osborne Martin y Ariel Rubinstein (1994), *A course in Game Theory*, The MIT Press, London, England.

Oviedo, Jorge M. (), "Notas sobre optimización dinámica: Control óptimo y sus aplicaciones en Economía", Departamento de Estadística y Matemática, Facultad de Ciencias económicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, http://www.eco.unc.edu.ar/ief/miembros/archivos/prof_oviedo/oviedo_Dto_ControlF inal.pdf.

Petróleos Mexicanos, (2008), "Historia de Pemex", en <http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=1&catID=10004>.

Porter, Michael (2002), *Ventaja competitiva, Creación y sostenimiento de un desempeño superior*, 2a. ed., compañía editorial continental, México.

Posner, Richard A. (1976), "Antitrust law. An economic perspective", The University of Chicago Press, Chicago, EUA.

Ramanathan, Ramu (1982), *Lectura notes in economics and mathematical systems. Introduction to the theory of economic growth*, 205, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York.

Ramsey F. P. (1928), "A mathematical theory of saving", *The Economic Journal*, 38, (152), 543-559.

Rasmusen, Eric (1989), *Juegos e información*, FCE, D. F., México.

Resulak, Shughart y Tollison (2008) "Innovation and the opportunity cost of monopoly" en *Managerial and decision economics*, (29), 619-627.

Robinson, E. G. A. (1986), *Monopolio*, 2a. ed. en español, FCE, D. F., México.

Romer, David (2002), *Macroeconomía avanzada*, McGraw-Hill, 2ª. ed., Madrid, España.

Romer, P. (1998), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, (2), 71-102. Cambridge, MA MIT Press.

Sala -i- Martín (2000), *Apuntes de Crecimiento Económico*, Antoni Bosh, Madrid España.

Saunders, Doug (2008), "Frugal Norway saves for life after the boom", en <http://www.theglobeandmail.com/servlet/story/RTGAM.20080130.w-OS-main-31/BNStory/oilsands/?pageRequested=2>.

Schumpeter, J. A. (1942), "The Process of Creative Destruction", en *Capitalism, Socialism and Democracy*, Capítulo VII, Harper-Collins, NY.

Segura, Julio (1993), *Teoría de la Economía Industrial*, Editorial Civitas, Madrid, España.

Seierstad, Atle y Knut Sydsaeter (1987), *Optimal control theory with economic applications*, North-Holland, Amsterdam, The Netherlands.

Senior, N. W. (1836). *An Outline of the Science of Political Economy*. London: W. Clowes and Sons.

Shepherd Williams y Joanna M. Shepherd (2003), *The Economics of Industrial Organization*,

Shone, Ronald (1997), *Economic Dynamics*, Cambridge University Press, UK.

Shumpeter, J. A. (1942), "The Process of Creative Destruction", en *Capitalims, Socialism and Democracy*, Capítulo VII,

Shumpeter, J. A. (1939), *Business cycles*, McGraw-Hill book company, inc., NY, EUA.

Shumpeter, J. A. (1934), *La teoría del desenvolvimiento económico*, FCE, D. F., México, 1957.

Silberberg, Eugene y Wing Suen (2001), *The structure of economics. A mathematical analysis*, McGraw Hill International Edition, economics series, New York, MY.

Smith, Adam (1776), *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, FCE, D. F., México, 1958.

Stephen, Martin (1993), *Advanced industrial economics*, Blackwell publishers inc., Massachussetes, EUA.

Solow, Robert (1956), "A contribution to the theory of economic growth", en *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1): 65-94.

Solow, Robert (1957), "Technological change and aggregate production function", en Rosenberg, Nathan (editor), "The economics of technological change", Penguin modern economics readings, 1971, Baltimore, EUA.

Tirado Jiménez, Ramón (1998), "Crecimiento y desarrollo. La visión endógena", en Investigación económica, vol. LVIII:223, enero-marzo 1998, pp. 15-46, Facultad de economía, UNAM, México.

Tirole, J. (1988), *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge, MA MIT Press.

Tzu, Sun (1988), *The art of war*, Edit. Delta y James Clavell, New York, EUA.

Van Damme, Erick (1991), *Stability and perfection of Nash equilibria*, Springer-Verlag, New York.

Varian, Hall (1992), *Análisis Microeconómico*, Antoni Bosh, Madrid, España, 1992.

Williamson John (2004), "A Short History of the Washington Consensus", <http://www.iie.com/publications/papers/williamson0904-2.pdf>.

Williamson, O. E. (1968), "Economies as an Antitrust Defense: The Welfare Tradeoffs", *AER*, 1968.

Zill, Dennis (2005), *Ecuaciones diferenciables con aplicaciones de modelado*, Thomson, Iberoamérica, 2007.