





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE SAN LUIS POTOSÍ

Facultad de Economía

**Análisis de los monopolios naturales:  
Impacto de la innovación tecnológica a largo plazo**

TESIS

Para obtener el grado de

**Maestro en Economía Matemática**

PRESENTA:

Fis. Israel Vega Dávila

Bajo dirección de:

Dr. Leonardo David Tenorio Martínez

San Luis Potosí. S.L.P. México

Maestro en Economía Matemática

Diciembre del 2024

No. 047



"Análisis de los monopolios naturales: Impacto de la innovación tecnológica a largo plazo" © 2024 by Israel Vega Dávila is licensed under [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## **Resumen**

Este trabajo examina el papel de los monopolios naturales a largo plazo, argumentando que, en determinados mercados, una empresa puede ser el único proveedor de cierto bien o servicio sin comprometer el bienestar social. Se sostiene que, si el monopolista invierte constantemente en innovaciones tecnológicas y actualiza su proceso productivo, puede generar mejoras significativas en la eficiencia del mercado. En este contexto, se ha propuesto un modelo de producción basado en la tecnología, junto con una función de costos que demuestra la viabilidad de una estructura monopólica natural en el largo plazo. El modelo se elabora asumiendo que la demanda está en aumento, impulsada por el crecimiento poblacional, lo que implica que, al incrementarse la población, la demanda lo hará proporcionalmente. Además, con la introducción de innovaciones tecnológicas por parte de la firma, que resultan en costos medios decrecientes, lo que permitirá la permanencia del monopolio en el tiempo sin que eso implique una pérdida de bienestar general.

**Palabras clave:** Innovación, tecnología, largo plazo, costos decrecientes.

# Índice de Contenido

<b>Introducción y Justificación</b> .....	1
<b>CAPITULO I.</b> .....	4
<b>Antecedentes y marco teórico</b> .....	4
1.1 Breve revisión teórica del monopolio.....	4
1.2 Demanda y su elasticidad .....	10
1.2.1 Caso de demanda poco elástica.....	12
1.2.2 Caso de la demanda muy elástica .....	13
1.3 Los Costos .....	20
<b>CAPITULO II.</b> .....	24
<b>El Modelo</b> .....	24
2.1 Introducción.....	24
2.2 La demanda del mercado.....	25
2.3 La producción .....	27
2.3.1 La Tecnología.....	28
2.3.2 El Capital .....	31
2.3.3 El Trabajo.....	32
2.4 Comportamiento Estructural.....	32
2.4.1 Función De Costos .....	34
<b>Resultados</b> .....	38
<b>Conclusiones</b> .....	50
<b>Bibliografía</b> .....	51

## Introducción y Justificación

El tema que se quiere tratar en este trabajo es con referencia a las empresas que están en una posición monopolística, lo que significa una situación de mercado en la que un único productor es el que oferta un bien o servicio. Cuando sucede este escenario éste ya no fija sus precios basándose en el equilibrio competitivo<sup>1</sup>, por el contrario, se dará cuenta que puede influir en el precio y elegirá un nivel de éste y de producción que maximice sus beneficios, por lo que un objetivo claro será, continuar en esa situación favorable la que puede lograrse mediante diversos mecanismos como la propia ley que obligue a la existencia de una única empresa o mediante barreras legales impuestas por patentes que la propia empresa emite, pero existe otra manera de lograrlo, una llamada: “natural”, de la que hablaremos más adelante.

Al realizar una evaluación de algún monopolio, su enfoque principal suele ser con base en sus resultados observables, donde se destacan los efectos negativos: precios altos, cantidades de producción bajas y el impacto en el bienestar de los consumidores; el problema con esta apreciación es que no se consideran los efectos hipotéticos de la ausencia de la empresa monopolística, debido a que el escenario no es fácil de medir, por lo que se considera que podría estar sesgada la valoración de estas situaciones.

Imaginar qué hubiera pasado si cierto monopolio no hubiera existido, se vuelve muy complejo, ya que es un fenómeno no observable directamente. Por ejemplo -el caso de Microsoft-, ¿Qué hubiera pasado si Microsoft no existiera?, ¿El bienestar sería mejor?, ¿La productividad de las empresas se hubiera visto afectada? Lo cierto es que Microsoft ofreció un ecosistema que ayudó a optimizar procesos y a crear una infraestructura tecnológica integrada, facilitó el intercambio de información dentro y fuera de las empresas, lo que benefició enormemente a la comunicación, además de que su sistema operativo (Windows), permitió compatibilidad entre los diferentes programas y aplicaciones, tales programas como Microsoft Word, Excel fueron importantes en la mejora de formato en documentos empresariales. Este caso nos permite reflexionar acerca de que tan diferente sería la sociedad si este monopolio nunca se hubiese creado, ciertamente nunca se sabrá.

Por lo tanto, es sencillo señalar los efectos negativos de este tipo de situaciones, pero uno olvida las bondades que una situación monopolística puede llegar a ofrecer, como avances tecnológicos o innovaciones debido a mejoras en eficiencia de producción. Estos efectos positivos suelen pasar desapercibidos o no son fáciles de medir, por lo que esto puede

---

<sup>1</sup>Se dice que hay equilibrio competitivo cuando la demanda fija el precio del bien, ya que hay muchas empresas abasteciendo dicha demanda; así que el precio tendrá que ser igual al costo marginal para poder competir en dicho mercado:  $p = C_{mg}$ . Mas información en Varían (1992)

generar un sesgo en contra de los monopolios al momento de evaluar su contribución completa al bienestar de la sociedad en general.

Como es bien conocido por la historia y la teoría económica, los monopolios no se consideran como algo bueno para la competitividad y mucho menos para los consumidores<sup>2</sup>, pero este trabajo tiene la intención de lograr que no se catalogue a todos los monopolios como perjudiciales, debido a que no todos los monopolios están o tienen las mismas condiciones, hay uno que logra definirse como natural debido a que para la sociedad es preferible que solo haya un único proveedor, lo que es resultado de la combinación del tema de costos y del tamaño de mercado, pero que explicaremos con más profusión en capítulos posteriores.

Para comprender lo que es un monopolio natural, es necesario explicar los diferentes tipos de monopolio que existen. No se trata simplemente de una empresa que satisface la demanda de manera casi total. Existen diversas diferencias que vale la pena evidenciar y resaltar, ya que, como decíamos, no todos los monopolios son iguales. Algunos ejemplos que nos ofrece Quiroa, 2019, tenemos que existe el:

- Monopolio Puro: Caso donde exclusivamente existe una empresa ofreciendo bienes y servicios en el mercado.
- Monopolio Comercial: Se da cuando una empresa se encarga y posee todo el comercio de una zona geográfica.
- Monopolio Discriminador De Precios: Este tipo de monopolio ofrece un precio distinto a los diferentes consumidores, en función de determinadas características. Por ejemplo, cuando en el cine hay tarifas diferentes para estudiantes y no estudiantes.
- Monopolio Artificial: Este tipo de monopolio se caracteriza por que sus barreras son otorgadas por las regulaciones o privilegios concedidos por el gobierno, esto hace que, sea la única empresa en el mercado; aunque no sea exactamente la más eficiente o competitiva.
- Monopolio Natural<sup>3</sup>: Es la situación particular del mercado donde una empresa puede generar el producto total que el mercado necesita y asume esta posición por el aprovechamiento de las “economías de escala”<sup>4</sup> que le permite producir con bajos costos, lo que le da una ventaja con respecto de su competencia.

---

<sup>2</sup> De acuerdo con la literatura, el monopolio tiene poder de mercado y al maximizar sus beneficios lo logrará al establecer su precio en la parte más elástica de función de demanda, lo que genera que éstos sean más altos que en competencia perfecta, lo que afectará al bienestar de los consumidores. Para más información leer Varían (1992).

<sup>3</sup> Para algunos autores el monopolio puro y el monopolio natural son lo mismo.

<sup>4</sup> Cuando el costo medio decrece a medida que aumenta la escala de producción de un bien o servicio, se dice que hay economías de escala (Vial & Zurita, 2018). Por ejemplo, si la producción de una empresa se duplica, el costo productivo de una empresa aumenta en menos del doble.

Además, al aprovechar la “subaditividad de costos”<sup>5</sup> que es una característica fundamental de los monopolios naturales, lo que les genera una barrera natural frente a sus competidores.

La principal aportación de este trabajo de investigación será, el desarrollo de un modelo que represente el comportamiento de un monopolio que se mantiene como tal en el largo plazo. Para esto, el modelo constará de 3 ecuaciones principales: la producción, los costos totales y los costos medios; la producción constará de 3 factores productivos: tecnología, capital y trabajo físico. Debido a que se estará representando a una situación de único proveedor, a este solo le importará la cantidad de demanda que su producto mantiene, por lo que se concentrará sobre todo en si esta aumenta o decrece, para esta investigación se liga la demanda con la cantidad de población, por lo que, si esta incrementa, también lo hace la demanda. Para representar esta idea, se creó una ecuación que mide la cantidad demandada, la cual depende del tiempo de manera lineal. Para este caso se supone que la población aumente conforme el tiempo avance.

Mediante las ecuaciones propuestas representadas por los 3 factores productivos antes mencionados se busca simular una situación de economías a escala, la cual se logrará con ayuda del factor tecnología, esta le dará el impulso buscado a la producción y al lograr que los costos medios decrezcan, con los resultados obtenidos se consigue ver que este factor es de vital importancia si un monopolio quisiera mantenerse con esta barrera natural que se adquiere gracias a innovaciones.

El presente trabajo se compone de cuatro apartados, en primer lugar, se encuentra los antecedentes del tema, después vendrá la exposición del modelo, en tercer lugar, tendremos un análisis de los resultados que se obtienen del mismo y por último conclusiones y recomendaciones.

---

<sup>5</sup> El termino sugiere que una única empresa puede ofrecer un bien o servicio de manera más eficiente que múltiples empresas. Baumol, W., J. Panzar y R. Willig. (1982)



# **CAPITULO I.**

## **Antecedentes y marco teórico**

### **1.1 Breve revisión teórica del monopolio**

Como ya se ha dicho, el tema central de este trabajo de investigación es el monopolio natural y su capacidad de mantenerse como tal en el largo plazo a partir de considerar las condiciones que puede hacer factible dicha situación.

El monopolio natural, como cualquier empresa, tiene el objetivo principal de maximizar sus beneficios y este tipo de monopolio no es la excepción, pero lo hará en condiciones que pueden considerarse favorables para él ya que no obstante que no existen trabas legales que impidan la libre entrada de empresas y aun así obtenga beneficios, eso implica una situación en extremo ventajosa, aunque esa puede desarticularse fácilmente por factores exógenos, como lo son las modificaciones en la demanda del producto (Segura, 1993), lo que implica que en la medida que la demanda crezca, eso pondrá en riesgo al mercado monopolizado a menos que por virtud de la empresa monopólica, a través de una mayor

eficiencia productiva, ésta logre mantener por largo más de tiempo la situación ventajosa que le permita seguir dominando el mercado como empresa única.

En dicho caso, la tecnología o la innovación tecnológica puede ser el elemento que haga más eficiente a la empresa dominante, sin embargo, conviene, revisar algunos otros aspectos relativos a los monopolios naturales, antes de entrar de lleno a la construcción y análisis de la situación que envuelve a este tipo de empresa.

De acuerdo con la literatura especializada en el tema, al monopolio natural se le considera como un fallo de mercado<sup>6</sup>, lo que implica que su existencia es un problema por los efectos perniciosos que éste tendrá en el bienestar de la sociedad y porque su presencia puede resultar en una intervención por parte del Estado, aunque en el caso en el que aquí nos referiremos tiene que ver con las ventajas y beneficios que su presencia tendrá en la sociedad.

Al respecto, el problema de que el monopolio sea nombrado como fallo de mercado, ha generado una idea de que los monopolios son una situación que no debe de existir en ningún mercado, llegando al grado en que el estado, queriendo evitar su presencia, ha tomado ciertas decisiones a lo largo del tiempo con el fin de regular dicho mercado, al hacer que una entidad reguladora del Estado evalúe si el monopolio afecta el bienestar de la población y en caso de que el fallo de éstos sea desfavorable hace que el estado tenga que imponer sanciones a la empresa, algunas de las más comunes que le aplica son: Impuesto al beneficio<sup>7</sup>, impuesto de cuantía por unidad de producto<sup>8</sup>, o impuesto ad valorem<sup>9</sup>; con el fin de regular a la empresa monopólica. Al respecto, Armentano (1999) escribió que este tipo de “regulaciones” lo que realmente logran es desincentivar la inversión.

El monopolio, en estas circunstancias, podría enfrentar simultáneamente la regulación de precios y el impacto negativo de estos impuestos, lo que podría influir negativamente en los incentivos para invertir en infraestructura y/o mejora de sus servicios.

Se puede argumentar que, mediante buenos incentivos, una empresa que opera en un mercado sin competencia significativa puede concentrarse plenamente en optimizar su línea de producción. Esto incluso podría llevarla a desarrollar un producto completamente

---

<sup>6</sup> Una falla de mercado se entiende como una situación en la que la asignación de los recursos por parte del mercado no es eficiente, Sidgwick en 1883 sentó las bases para que posteriormente se conociera el concepto. Como ejemplos de esas fallas tenemos los siguientes (Greco 2015):

- a) Externalidades: Cuando el consumo o producción de un agente afectan el consumo o producción de otro y dichas interacciones no son valoradas en el mercado.
- b) Información asimétrica: Ocurre cuando una de las partes en una transacción tiene más información que la otra, lo que puede llevar a decisiones subóptimas. (riesgo moral, selección adversa).
- c) Estructuras no competitivas: Prácticas anticompetitivas.

<sup>7</sup> Se aplican a los beneficios monopólicos.

<sup>8</sup> Esta forma de regulación afecta directamente el precio del producto, traduciendo a una menor cantidad de beneficios.

<sup>9</sup> Aplica directamente a los ingresos del monopolio o beneficios brutos del mismo.

nuevo. De hecho, al considerar productos innovadores a lo largo de la historia, muchos de ellos surgieron en condiciones de monopolio, dado que por su revolucionaria propuesta ninguna otra empresa les competía en su momento. Dichas empresas y productos se destacaron como innovadores porque lograron resolver problemas para los cuales el mercado no tenía soluciones previas o mejoraron significativamente las soluciones existentes en comparación con los productos anteriores.

Entonces surge la pregunta para el consumidor: ¿Acaso es beneficioso para él, que una empresa tenga el control de un cierto mercado que se encuentra monopolizado? La respuesta es que hay productos que solo pueden existir si fueran solamente producidos por un “monopolio natural”, como por ejemplo lo fue IBM o Microsoft, y no solo los monopolios tienen influencia en el apartado de software, sino también en el ámbito medicinal, mejoras de vacunas y medicamentos hablando de salud, por supuesto que es favorable para los consumidores, evidenciando así la existencia de monopolios que favorecen a la innovación y al desarrollo.

Algunas de las empresas monopolísticas que mejoraron su eficiencia o desarrollaron productos innovadores siendo únicas proveedoras fueron: United States Postal Service (USPS), quien gracias a sus avances permitieron una cobertura nacional más amplia y un servicio estandarizado; mientras que Xerox, un monopolio en el sector de las fotocopiadoras y que, gracias a eso, lanzó la primera fotocopiadora automática comercialmente exitosa, la Xerox 914<sup>10</sup>, que revolucionó la forma en que las oficinas gestionaban documentos.

Otros casos de innovación que podemos identificar son: Intel y Standard Oil. A continuación, puntualizamos las aportaciones de las empresas mencionadas junto con otras que también han sido señaladas.

- Microsoft: En la década de los 90, y al inicio de los años 2000, Microsoft consiguió establecer una posición predominante en el sector de sistemas operativos. Empleó una posición monopolística para mantener actualizado el sistema operativo que ellos mismos crearon -En referencia a Windows-, introduciendo versiones del mismo sistema en diversas oportunidades, siendo las más relevantes las siguientes: Windows 95, Windows XP y Windows 7. “La empresa ha logrado mantener su dominio en la industria del software ofreciendo una gama de productos y servicios, como Windows y Office, que son esenciales para empresas e individuos de todo el mundo”<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Lanzada en 1959; “Previo a la era de la información digital, todos los registros y documentaciones se realizaban en papel. Si hoy día y con toda la digitalización que existe las fotocopiadoras son un dispositivo vital en cualquier empresa, en 1959 la Xerox 914 significó un antes y un después.” -- Estrada, Raúl (2021).

<sup>11</sup> Citando: FasterCapital “Concentración del mercado revelando los actores poderosos en los mercados monopolísticos” (Sin año)

- IBM<sup>12</sup>: Durante los años 60 y 70, la compañía logró una posición predominante en el sector de las computadoras de sistemas mainframe, gracias a que IBM innovaba, perfeccionaba y renovaba constantemente sus mainframes. En 1964, se presentó en el mercado la IBM System/360. “Antes de esta máquina, el software tenía que ser escrito a medida para cada nueva máquina y no había compañías de software comerciales. El System/360 separó el software del hardware y, por primera vez, el software escrito para una máquina podía ejecutarse en cualquier otra máquina de la línea”<sup>13</sup>.
- Intel<sup>14</sup>: La empresa domino en el mercado de microprocesadores, más fuertemente desde la década de 1990. Siguiendo lo planteado en su misión como empresa formularon la conocida “Ley de Moore” (esta ley establece que la cantidad de transistores en un procesador se duplicará cada 18 meses)<sup>15</sup>. La empresa habría mejorado constantemente la eficiencia y el rendimiento de sus microprocesadores, Lo que permitió grandes innovaciones en la computación personal y empresarial, consiguiendo que los dispositivos que contenían dichos procesadores mejoren en eficiencia energética.<sup>16</sup>
- Standard Oil<sup>17</sup>: A fines del siglo XIX y principios del XX, Standard Oil, tenía un monopolio casi total en la industria petrolera de Estados Unidos en concreto logro consolidarse con el 90% de las refinerías del mismo país. Con su posición monopólica logró innovar en el proceso de refinamiento del petróleo, lo que permitió disminuir los gastos y mejorar la calidad de los productos derivados del petróleo, como el queroseno. “El desarrollo de nuevas tecnologías, como el motor de combustión interna, incrementó la demanda de petróleo, y Standard Oil supo capitalizar esta oportunidad. La compañía se convirtió en un sinónimo de progreso y modernidad, impulsando la economía estadounidense hacia el futuro.” - Cape, M. (2024)

Lo que demuestran que algunos monopolios, con el propósito de mantener una posición privilegiada de participación en su mercado, promueven la innovación y el crecimiento, mientras que la competencia puede no ser tan proclive a la innovación dado que su margen de maniobra es más limitado.

---

<sup>12</sup> Mas información: Black, E. (2003) “The Maverick and His Machine: Thomas Watson, Sr. and the Making of IBM”

<sup>13</sup> Citando de: Susnjara, Smalley (2024) “¿Qué es un mainframe?”

<sup>14</sup> Mas Información en: Andrew S. Grove, ex-CEO de Intel "Only the Paranoid Survive"

<sup>15</sup> Según Intel (2019). “¿Cuál es la declaración de misión, los valores y los objetivos de Intel?”

<sup>16</sup> Parfraseando a Rodríguez y Vargas (2020), Hall, M. (2020).

<sup>17</sup> Mas información: Cape, M. (2024). “10-1 La fundación de la Standard Oil por el poderoso Rockefeller”

Al respecto Tenorio (2012:97) nos dice: *“La posibilidad de que un 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 y desarrollo de nuevas tecnologías”*

Además, Tenorio (2012:36) menciona que:

*La forma, aparente, más fácil de controlar a las empresas, por parte de un regulador, será 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 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 tendría que financiar con recursos de otros mercados, entendiendo esto como una política de subsidio, generando ineficiencias a la sociedad en su conjunto.*

Lo que nos permite deducir que con barreras naturales que la propia empresa puede generar, ésta lograría mantener su posición de largo plazo e impactar de mejor manera en el futuro.

Las barreras de entrada naturales se refieren a obstáculos que son parte de las condiciones del mercado, las que pueden ser *naturales* porque se consideran como dadas o impiden la como señala Bork (1978), quien sugiere que muchas barreras de entrada son el resultado de eficiencias legítimas, como economías de escala o la posesión de una tecnología superior, y no necesariamente indicativas de prácticas anticompetitivas. Específicamente Bork (1978:310) se expresa: *“Cuando las firmas existentes son eficientes y poseen patentes valiosas, equipos, conocimientos, habilidades y reputación, entrantes potenciales, encontrarán más difícil entrar a la industria, dado que deben adquirir esos elementos”*<sup>18</sup>.

Por lo tanto, según Bork, las empresas que posean estas características logran generar barreras más eficientes hacia potenciales entrantes.

Al respecto, al citar a Armentano (1999),<sup>19</sup> tenemos lo siguiente:

*“Los economistas partidarios de combatir los monopolios nunca se cansan de citar la famosa condena de Smith a quienes intentan fijar los precios: “individuos del mismo ramo comercial se reúnen. . . pero la conversación termina en una conspiración contra el público, o en algún artilugio para elevar los precios”. Pero esos mismos economistas rara vez reconocen que Smith inmediatamente proseguía afirmando que “resulta en verdad imposible impedir tales reuniones mediante alguna ley que pueda a la vez ser tanto aplicada como consistente con la libertad y*

---

<sup>18</sup> Para mas información consultar: *“The Antitrust Paradox: A Policy at War with Itself”* (1978)

<sup>19</sup> Artículo publicado en 1999. *“The Immorality of Antitrust Law”*.

*la justicia” Smith, un profesor de filosofía moral, se oponía a las leyes antimonopólicas en base a razones prácticas y éticas.”*

Lo que permite evidenciar que Smith no era partidario de las leyes antimonopolios, al apoyar siempre la libre competencia, aun si eso significa que una empresa lograra consolidarse como monopolio gracias a que los consumidores lo eligieron así. Dado que los monopolios que surgen del libre mercado son el resultado de que los consumidores eligieron libremente apoyar a un sólo proveedor, al demandar el producto o servicio de esa empresa debido a que, de alguna manera les beneficia más que el no hacerlo, además evidencia que Smith no estaba de acuerdo con la etiqueta que le otorgan al monopolio como falla de mercado.

En realidad, cuando se habla de competencia perfecta, se hace referencia a un concepto más teórico, ya que en la práctica este tipo de mercado no existe o sus ejemplos son extremadamente raros, porque las empresas en mercados afines a la competencia perfecta, al innovar en productos y/o procesos tienden hacia mercados de “competencia monopolística”<sup>20</sup>, la que está caracterizada por la constante búsqueda de diferenciación de productos y/o servicios con respecto de la competencia, lo que les permite alcanzar una mayor penetración/participación del mercado y con ello aumentar sus beneficios.

Existen economistas que se les considera defensores de la situación monopolística, ya que les atribuyen a los monopolios ciertos aspectos positivos, especialmente en términos de desarrollo tecnológico e innovaciones, a diferencia de la visión tradicional donde se les considera perjudiciales. Al introducir a algunos de estos pensadores se encuentran: Schumpeter (1942), sostiene que los monopolios tienen la habilidad de transformarse en impulsores de la innovación, ya que cuentan con grandes volúmenes de recursos económicos, lo que les permite invertir de manera más significativa en Investigación y Desarrollo. Al no ser amenazados de manera directa y constante por otras compañías, poseen la libertad de llevar a cabo innovaciones más radicales, lo que les permite destinar sus beneficios a la creación de nuevas tecnologías por iniciativa propia o también por incentivos externos. Demsetz (1968) en su artículo *Why Regulate Utilities?*, sostuvo que los monopolios pueden surgir de forma natural a raíz de eficiencias, y no de prácticas anticompetitivas. Nos indica que una compañía que sobrepasa a sus competidores gracias a ciertas innovaciones y eficiencias puede dominar el mercado. Si su funcionamiento es más eficiente que el de sus competidores, el monopolio se justifica. En esta situación, un monopolio eficiente puede resultar beneficioso para los consumidores, dado que consigue ofrecer productos o precios superiores, gracias a su eficacia. Marshall (1890) en su obra “Principios de la Economía” argumentó que las economías a escala pueden justificar la existencia de un único proveedor, además de que en ciertos sectores donde se requieren

---

<sup>20</sup> Se trata de una estructura de mercado en la que existen muchas empresas que ofrecen productos o servicios similares, pero no idénticos. Cada empresa tiene cierto grado de poder de mercado, puede influir en el precio del producto. Idea sacada de Ferre y Rossi en su Obra: “Estructuras de Mercado”

grandes sumas de inversiones iniciales en infraestructura puede ser beneficioso para la sociedad que solo una empresa se encargue de ofrecer el servicio o producto, para optimizar costos y mejoras en eficiencia. Romer (1991), propuso un modelo endógeno de crecimiento, argumentando que la existencia de monopolios puede fomentar el crecimiento económico a largo plazo, además de impulsar la innovación, sostuvo que estas empresas al tener mayores recursos y barreras en el mercado se sienten más motivados para invertir en descubrir nuevas tecnología y productos, favoreciendo el crecimiento económico.

Anteriormente este tema ya se ha estudiado, sobre todo las condiciones en las que esta empresa monopólica se pueda conservar como única proveedora, Baumol en 1982 junto con Panzar y Willig introdujeron el concepto de "mercado contestable". Esta teoría explica que un mercado puede ser competitivo incluso si tiene estructuras industriales como el monopolio, siempre y cuando haya la amenaza de que entren nuevos competidores. Este tipo de enfoque en el análisis ha ayudado a modelar las condiciones de estabilidad y eficiencia a largo plazo en estos monopolios, además exploraron la idea de que un monopolio natural persiste cuando una empresa tiene ventajas de escala suficientes para evitar la entrada de competidores.

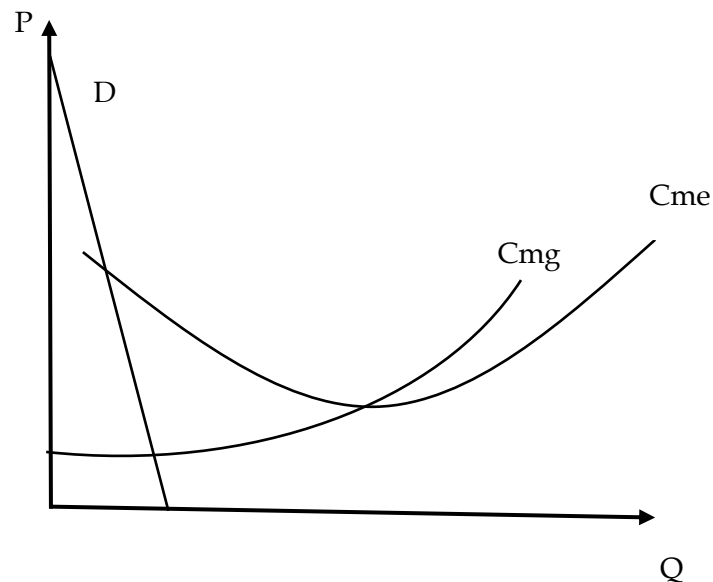
Ahora, revisaremos el caso del monopolio y su relación con los costos de producción o la eficiencia, por un lado, y por otro el de la demanda, iniciando con ésta.

## 1.2 Demanda y su elasticidad

Para contextualizar, la cuestión de la demanda para un monopolista puede ser una situación ambivalente para la empresa que domina dicho mercado. La curva de costos medios y la curva de demanda nos indican la situación en la que se encuentra la empresa. Es crucial prestar especial atención a la intersección de ambas curvas, si esta intersección se produce en una zona donde la curva de costos medios es decreciente, sería el mejor escenario para la empresa, ya que el incremento de la producción llevaría a una reducción del costo unitario -Llamado antes como economías a escala-. En cambio, si la intersección ocurre en una zona donde la curva de costos medios es creciente, la situación sería desfavorable para dicha empresa, por la razón de que el precio por unidad de producto -Lo que se conoce como el costo medio- estaría aumentando, lo cual promovería la entrada de nuevas empresas al mercado.

En este sentido, al ser un escenario de mercado monopolista, la demanda es vital en la sostenibilidad de la empresa, por lo que sería correcto estudiar su comportamiento y los casos favorables de esta, esto significa, las situaciones donde resulta de mayor beneficio hacia el monopolista, para esto se introducirá posteriormente lo que los economistas conocen comúnmente como: "Elasticidad de la Demanda"-se explicara más adelante-.

Con este fin, analizaremos gráficamente situaciones que reflejan escenarios de empresas monopolistas, ¿Por qué reflejan situaciones monopolistas y no de otro tipo mercado? Porque solo nos interesara la situación de la demanda y su elasticidad y su interacción con la curva de costos que la empresa posee, esto claro simulando situaciones hipotéticas, solo para contextualizar y entender de mejor manera los diferentes escenarios de demanda.



Gráfica 1: Monopolio con baja demanda e inelástica

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 1 nos permite ver con claridad el tema de la ineficiencia que se presenta con la presencia del monopolio natural, dado el tamaño del mercado, determinado por la curva de la demanda, el precio que le permite cubrir sus costos es el que se determina por los costos medios, el cual es muy alto, si se cobrara el precio determinado por los costos marginales, entonces entraría en pérdidas o en una situación de subsidio, lo que dependiendo del tipo de bien a que nos refiramos podrá o no ser factible esto último.

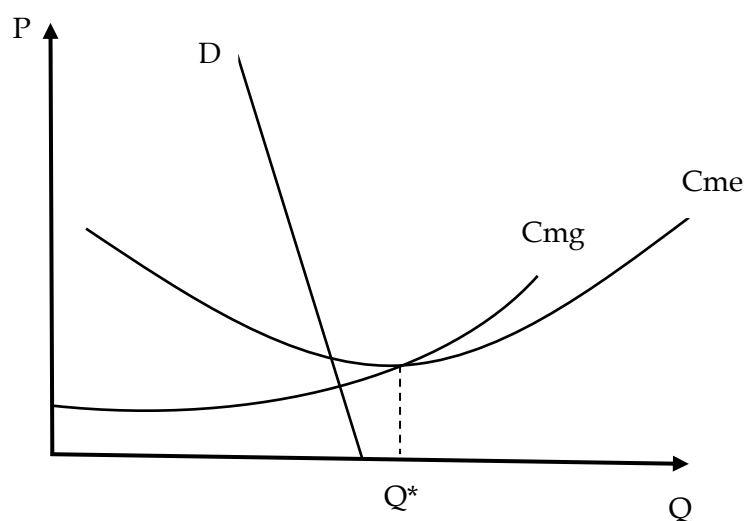
Como se puede observar, mientras el volumen de demanda no crezca, esta situación no es favorable para un monopolio, debido que el costo medio por unidad es bastante más alto que el costo marginal, a pesar de que la demanda cruce en una situación de costos medios decreciendo, por lo que el tiempo posterior nos dirá si esta demanda cambia a situación más favorable para el monopolio, lo que refiere a un aumento de volumen de la demanda, o por lo contrario si conserva como muestra en la situación actual.

No obstante, lo anterior, es necesario observar algunos de los diversos panoramas que pueden existir cuando la demanda varía, además de revisar cuando su grado de elasticidad. Para ello, nos abocaremos a ilustrar gráficamente esas situaciones.



### 1.2.1 Caso de demanda poco elástica

En un nuevo panorama, la gráfica 2 nos permite ver una situación en la que la demanda ha aumentado su volumen de manera favorable al monopolista, conservando también su elasticidad -refiriéndose a la pendiente de la curva de demanda-, aunque la situación del monopolio natural aún se mantiene, ya que se puede observar que dicha curva cruza a la curva de costos medios en su tramo decreciente, lo que es favorable para la empresa.



Gráfica 2: Mucho volumen de demanda e inelástica.

**Fuente:** Elaboración propia.

Esta situación es resultado del crecimiento del mercado, lo que le permite al monopolio aprovechar de mejor forma su situación, ya que además de tener un precio asociado a los costos medios más asequible se mantiene su posición privilegiada.

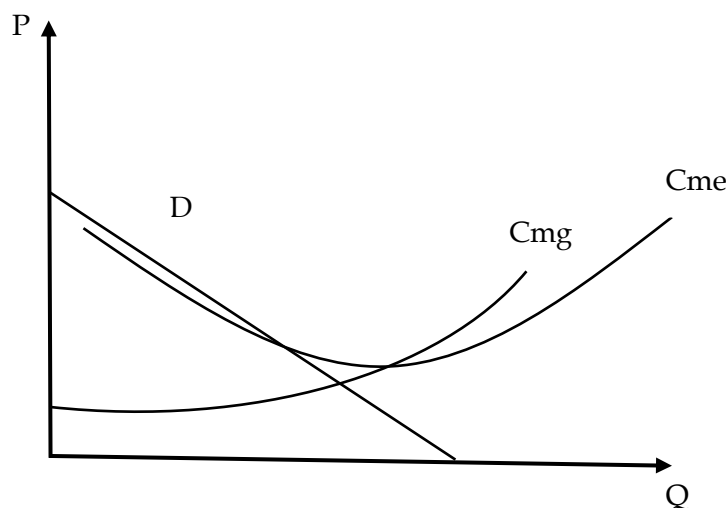
El cruce de la curva de demanda en una parte donde los costos medios son decrecientes hace referencia a que la empresa está en economías de escala, este término significa que, si la empresa decidiera producir mayor volumen de oferta, su costo por unidad de producto sería menor (Alava, 2018) y esto se cumple hasta que la demanda intercepte un punto mayor al mínimo de la curva de costos medios, en este caso:  $Q^*$ . Después de este punto, los costos medios empiezan a aumentar.

Pero no solo existe esta clase de demanda, hay otras situaciones más que se pueden estudiar y analizar bien en qué clase de demanda es mejor panorama para la firma que

domina la mayor parte del mercado, el análisis le da enfoque a la situación de la elasticidad y su comportamiento.

### 1.2.2 Caso de la demanda muy elástica

Este tipo de mercado muestra una demanda muy inclinada, lo que significa que cualquier variación en la producción provocará cambios significativos en los precios. Esto indica una alta elasticidad. La elasticidad del producto mide cómo varía la demanda ante incrementos o descensos en los precios. Además, se puede observar que se siguen conservando las economías de escala. No obstante, en este caso, el inconveniente con este tipo de demanda es que, si el mercado llegara a expandirse, podrían surgir nuevos desafíos (ver gráfica 3).



Gráfica 3: Moderado volumen de demanda y elástica.

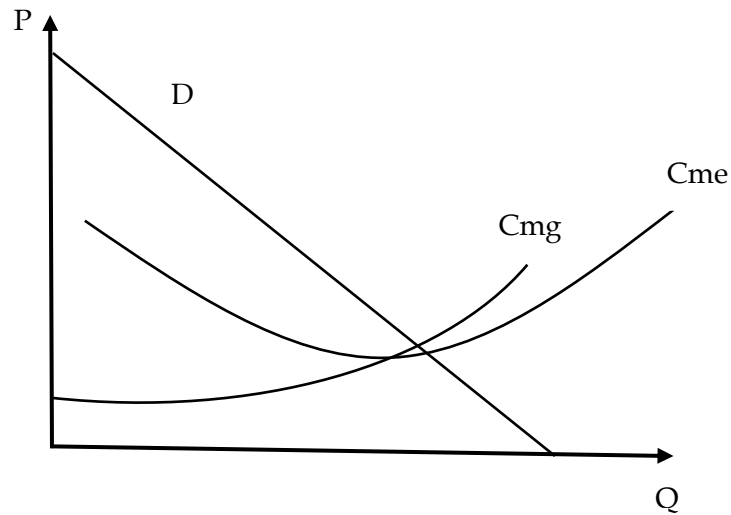
Fuente: Elaboración propia.

Describiendo un poco la gráfica 3, se puede notar una curva de demanda más inclinada a comparación de los casos mostrados en las gráficas 1 y 2. En este escenario la empresa sigue conservando la economía a escala que describe a un monopolio natural, lo cual es muy favorable, la cuestión está en que, al igual que la gráfica 2, la demanda cruza la curva de costos medios muy cerca de su punto mínimo. La elasticidad obliga a la empresa a establecer un precio más competitivo, lo que le reduciría el margen de beneficio.

Si la demanda llegara a incrementar, este cruce entre la curva que la describe y los costos medios sucede después del punto mínimo pondría a la empresa en una situación de donde

perdería su posición en el mercado y sin un margen de poder ajustar, debido a la mucha elasticidad que existe en el mercado, esta situación se ve gráficamente en el siguiente bosquejo.

Ahora, como se puede notar en la siguiente gráfica (gráfica 4):



Gráfica 4: Gran volumen de demanda y elástica.

Fuente: Elaboración propia.

Esta situación, de mayor demanda, abre la posibilidad de que nuevos competidores ingresen al mercado. Aplicando la regla de precios en un entorno competitivo, la empresa deberá ajustar el precio al costo marginal. Aunque este ajuste es adecuado dado que el producto tiene un costo mayor, implica una reducción en la producción con respecto del precio asociado a los costos medios, pero esto hace más evidente la factibilidad de que más empresas entren al mercado y deje de ser la única proveedora del mercado, lo que va en contra de su objetivo de conservar el mercado a largo plazo.

Por lo tanto, es pertinente seguir el análisis a partir del concepto de "elasticidad" afín de comprender con mayor detalle su comportamiento y la relevancia que puede tener. Este concepto es ampliamente conocido y abordado en diversos textos (Varían 1992; Segura 1993), por lo que la definiremos como sigue:

$$\epsilon = \frac{\frac{\Delta Q}{Q} * 100}{\frac{\Delta p}{p} * 100}$$

Donde:  $\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{Q2-Q1}{Q1}$ , simboliza el grado de variación proporcional de la producción y lo mismo para el precio:  $\frac{\Delta p}{p} = \frac{p2-p1}{p2}$ .

Asimismo, a partir del problema de maximización del monopolio:

$$\max_Q I(Q) - c(Q) \quad (1.1)$$

Al aplicar la condición de primer orden podemos derivar la condición de equilibrio monopólico conocida como la condición marginalista (costo marginal es igual al ingreso marginal  $Cmg = Img$ ).<sup>21</sup>

$$Cmg = Img \quad (1.2)$$

Donde el ingreso marginal se puede expresar como una relación entre éste y la elasticidad precio de la demanda:

$$Img = p \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \quad (1.3)$$

Como se sabe, los valores de la elasticidad se encuentran en el dominio  $\{0 \leq |\epsilon| < \infty\}$ . Se considera que la demanda es elástica cuando el valor de la elasticidad se sitúa en el intervalo  $1 < |\epsilon| < \infty$ ; inelástica si se encuentra en el intervalo  $0 \leq |\epsilon| < 1$ . Si el valor de la elasticidad es exactamente 1, la relación entre demanda y precio es proporcionalmente exacta. Como se puede observar en la fórmula mencionada, el ingreso marginal depende del precio y de la elasticidad de la demanda. De acuerdo con la fórmula explicada, si la demanda es inelástica (es decir, inferior a 1), un aumento en el precio resulta en un ingreso marginal menos negativo en comparación con la pérdida de ingresos que se produce en el tramo de demanda afectado por el incremento del precio, lo que lleva a un aumento en el ingreso total. En contraste, si la demanda es elástica (es decir, superior a 1), un aumento en el precio genera un ingreso marginal positivo reducido, dado que la cantidad demandada disminuye debido al incremento del precio, lo que resulta en una disminución del ingreso total.

Lo que al igualarla a la condición marginalista (la ecuación 2 con 3) nos permite obtener lo siguiente:

$$Cmg = p \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

---

<sup>21</sup> Interpretando esto, significa que el costo de producir una unidad adicional del producto es igual al ingreso generado por esa unidad adicional.

$$\frac{1}{\epsilon} = -\frac{Cmg}{p} + 1 \quad (1.4)$$

$$\frac{1}{\epsilon} = \frac{p - Cmg}{p} \quad (1.4')$$

La ecuación (2.4) o (2.4') nos permiten apreciar la relación entre el costo marginal y el precio, el grado en que el monopolista pueda elevar sus precios depende de la elasticidad de la demanda, la cual también está relacionada con el excedente del consumidor, donde un bien inelástico implicaría un excedente del consumidor alto, esto quiere decir que el consumidor está apreciando de sobremanera el producto y pagara un precio mayor; mientras que una elasticidad muy alta hace que una pequeña variación en el precio hará que la demanda varíe mucho, así que alguno de los supuestos que se requieren es una elasticidad de precio baja.

Una situación de demanda inelástica se vuelve un panorama muy favorable para un monopolista natural, debido a que la posición que ahora dispone se conserva de manera más estable, ya que, si en algún momento quisiera ajustar los precios, no debería preocuparse por perder una gran parte del mercado. Esta circunstancia es particularmente importante en el caso de un monopolio natural, donde si se llega a una estructura de precios elevados para cubrir los grandes costos fijos, podrían ser justificados por los altos costos iniciales y las economías de escala. Igualmente, si la demanda a la que se enfrenta es inelástica, la empresa puede sostener su posición a largo plazo en el mercado sin preocuparse tanto de los nuevos competidores que puedan entrar, por la actitud de los consumidores, su comportamiento reduce los incentivos de nuevas empresas que busquen ingresar, inclusive si los precios llegan a ser relativamente altos.

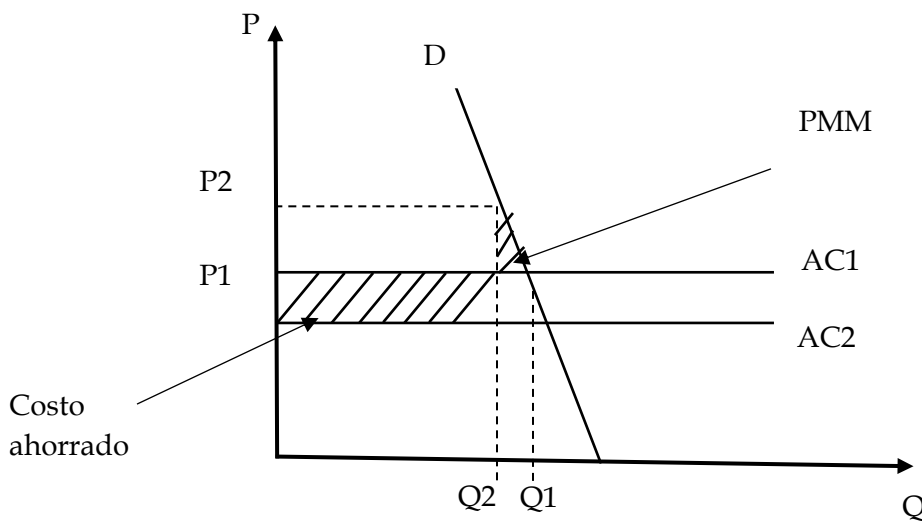
Similar a cualquier monopolio, un monopolio natural con demanda inelástica tiene la capacidad de incrementar los precios sin que la demanda se reduzca excesivamente, lo que le facilita obtener ingresos superiores. Además, en un monopolio natural, ya que los costos medios se reducen conforme se incrementa la producción, puede resultar ventajoso operar en cantidades grandes para optimizar la eficiencia. Normalmente, resulta más ventajoso para el monopolista mantener la elasticidad de la demanda inelástica, dado que esto le proporciona mayor capacidad para establecer precios sin experimentar una reducción considerable en la cantidad demandada.

Ahora, al discutir la necesaria maximización de los beneficios del monopolio, es ineludible considerar la pérdida social que esta circunstancia ocasiona. Una porción del excedente del consumidor se volverá parte del excedente del monopolista y otra porción no será aprovechada ni el productor ni el consumidor, generando un impacto negativo en la

sociedad. Estos triángulos empleados para evaluar los impactos en los excedentes tanto del consumidor como del productor se denominan “triángulos de Harberger”<sup>22</sup>.

Sin embargo, según el estudio de Williamson (1968), se afirma que el mantenimiento del monopolio puede contribuir a un mayor bienestar económico si se logra reducir los costos de producción, superando así la pérdida social medida por los triángulos de Harberger.

Explicando un poco lo que Williamson expuso, él decía que si había una fusión de 2 o más firmas que lograra reducir los costos medios y comparar este déficit que se genera, con el Peso Muerto del Monopolio (PMM) que aparece cuando el mercado lo abastece una única empresa, el efecto al bienestar puede llegar a ser positivo. Por ejemplo:



Gráfica 5: Peso Muerto del Monopolio

**Fuente:** “Economies As An Antitrust Defense: The Welfare Tradeoffs” por Williamson, O. (1968)

La línea horizontal (AC1) representa el nivel de costos medios de las 2 o más empresas antes de la fusión, mientras que (AC2) representa los costos medios después de la fusión, el precio antes de la fusión es P1, y es igual a AC1; P2 es el precio después de la fusión y se asume que es mayor que P1<sup>23</sup>.

Por lo que los efectos de la fusión están dados aproximadamente por las 2 áreas marcadas (Costo Ahorrado y PMM), ya que, si el precio aumento después de la fusión, también habría que considerar los ahorros que se lograron gracias unión de las firmas, así que el efecto

<sup>22</sup> Este nombre lo obedece a su ideólogo “Arnold Carl Harberger”. Información de Fortún (2019) en su artículo “Triángulo de Harberger”.

<sup>23</sup> Sería totalmente irracional oponerse a la fusión si, al mismo tiempo, el nivel de precio posterior a la fusión es inferior al nivel anterior.

neto esta dado por la diferencia entre estas dos áreas, y expresado en términos de desigualdad quedaría<sup>24</sup>:

$$\frac{\Delta AC}{AC1} - \frac{\epsilon * k}{2} * \left(\frac{\Delta p}{p1}\right)^2 > 0 \quad (1.5)$$

La “*k*” nos define el poder de mercado que tienen las empresas previamente a la fusión se representa de esta forma:  $p1 = k * AC1$  y tiene un valor de 1 o superior, como Williamson asume que las empresas no tienen poder en el mercado antes de la fusión, el valor de *k* es 1. Para modificar esa situación y simular el monopolio antes de la reducción de costos medios, se analizarán tres escenarios para el parámetro *k*, el cual inicialmente es mayor que 1, evidenciando así el poder de mercado que posee la empresa. Los valores considerados para *k* serán los siguientes:  $k = 1$ , conforme a la propuesta de Williamson,  $k = 1.5$ , y  $k = 2$ . Estos casos permitirán mostrar que la empresa efectivamente ejercía un poder significativo en el mercado antes de que se implementen las estrategias para reducir los costos medios. Si se mantiene la desigualdad, los efectos netos sobre el bienestar económico serían positivos; la diferencia es igual a 0 si el efecto es neutral. En caso contrario, el efecto sería negativo. Por lo tanto, el impacto en la economía puede evaluarse en función de la diferencia de precios y los ahorros en costos medios que se logren obtener

El mismo Williamson se encargó de construir una tabla que compara estos términos ( $k = 1$ ), llamada: Antitrust defense (defensa antimonopolio).

**Tabla 1: Percentage cost reductions  $[(\Delta(AC)/AC) * 100]$  sufficient offset percentage price increases  $[\Delta P/P * 100]$  for selected values of  $\epsilon$ .**

$\epsilon$	2	1	0.5
$\frac{\Delta p}{p1} * 100$			
5	.25	.12	.06
10	1.0	.5	.25
20	4.0	2.0	1.0
30	9.0	4.5	2.25

Fuente: “Economies As An Antitrust Defense: The Welfare Tradeoffs” por Williamson, O. (1968)

Esta tabla nos indica que tanto tiene que reducirse los costos medios después de la fusión para que el efecto neto en la economía sea positivo, utilizando la elasticidad de la demanda

<sup>24</sup> Ecuación desarrollada en “Economies As An Antitrust Defense: The Welfare Tradeoffs” por Williamson (1968).

y el porcentaje en el que el precio aumento; por ejemplo, si el precio aumento en 10% y la elasticidad de la demanda se encuentra en 0.5, entonces bastaría con reducir los costos medios en .25% para compensar el aumento de precios; si la elasticidad es 1 y los precios aumentaron en 20% bastaría un ahorro de costos de 2% para neutralizar el efecto del precio.

**Tabla 2: Influencia del monopolio a 1.5 de nivel.**

**( $k = 1.5$ ), con la empresa teniendo poder en el mercado de 1.5.**

$\frac{\Delta p}{p1} * 100$	€	2	1	0.5
5		.375	.18	.09
10		1.5	.75	.375
20		6.0	3.0	1.5
30		13.5	6.75	3.37

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3: Influencia del monopolio a 2.0 de nivel**

**( $k = 2.0$ ), con la empresa teniendo poder en el mercado de 2.0.**

$\frac{\Delta p}{p1} * 100$	€	2	1	0.5
5		.5	.25	.125
10		2	1.0	.5
20		8.0	4.0	2.0
30		18	9.0	4.5

Fuente: Elaboración Propia

Es evidente que, a medida que el poder de mercado de la empresa aumenta, representado por el parámetro  $k$  en la ecuación ( $p1 = k * AC1$ ), se requiere una reducción más significativa de los costos medios para mantener el bienestar positivo. Además, un análisis detallado de las tablas demuestra que los valores de las celdas incrementan proporcionalmente con el aumento de  $k$ . Por ejemplo, si  $k = 3$ , los valores presentes en las tablas serán tres veces mayores que los propuestos originalmente por Williamson, reflejando directamente el incremento en el poder de mercado de la empresa.



Aplicando la misma lógica propuesta por Williamson, si se logra reducir los costos medios de producción, esto podría neutralizar el problema del bienestar social, refiriéndonos al PMM que se genera. De este modo, en caso de que sea necesario ajustar los precios, la reducción de los costos medios requerida para compensar el aumento de precios sería mínima. Además, gracias a las innovaciones y avances tecnológicos (como se detalla en el Capítulo III), esta disminución en los costos podría ser mayor de lo necesario, tema que desarrollaremos a continuación.

## 1.3 Los Costos

En el contexto del control de costos, buscaremos revisar las situaciones y efectos que éstos generan, los que, aunque ya hemos abordado en el apartado anterior, es necesario abundar para tener un escenario más completo que nos permita tener un panorama claro del problema del monopolista en el corto y el largo plazo.

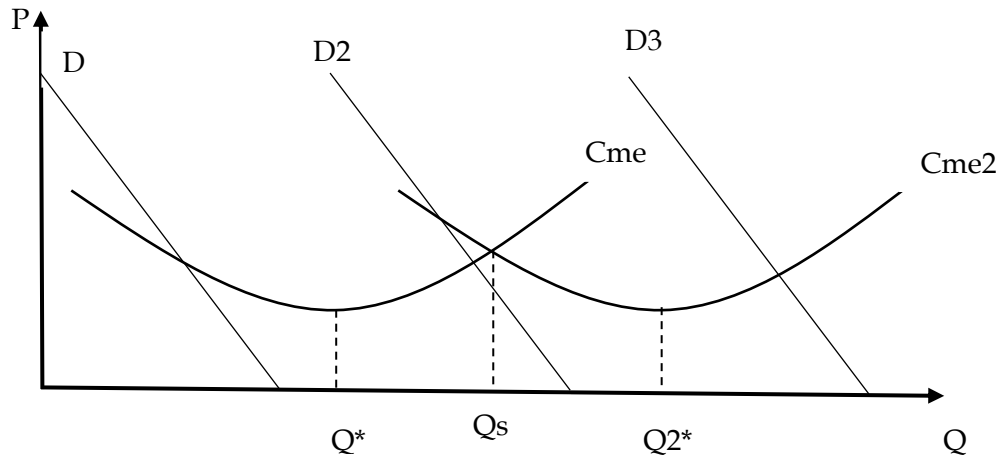
Cuando introducíamos el tema del monopolio natural, hablábamos de las economías de escala como un elemento de interés para entenderlo, no obstante, ahora nos detendremos en un concepto que se introdujo a la literatura económica el que se define como: “la subaditividad de costos” (Baumol, Panzar y Willig, 1982), el que describe una circunstancia en la que los costos son más bajos cuando la producción solo lo hace una empresa, lo interesante es que para que ésta situación se dé, no es necesario que haya economías a escala, pero si puede ser una de las razones por las que se puede suceder.

En términos matemáticos la subaditividad se expresa de la siguiente manera:

$$c\left(\sum_i Q_i\right) < \sum_i c_i(Q) \quad (1.6)$$

Lo que esta ecuación significa es sobre que la función de costos de la suma de todas las unidades producidas es menor que la suma de las diferentes funciones de costos dadas varias empresas.

Se puede apreciar mejor con la siguiente gráfica:



Gráfica 6: Situación de subaditividad de costos

Fuente: Elaboración propia

Por partes, primero consideremos que " $C_{me}$ " es el costo medio de una sola empresa y que " $C_{me2}$ " es el costo medio de las 2 juntas, las 2 empresas tienen tecnologías de costos similares, las rectas de las demandas simbolizan 3 escenarios diferentes con una demanda más alta que la anterior.

Para el primer escenario, en este caso la demanda " $D$ " es una perfecta situación para que una única proveedora se haga cargo de abastecer todo el mercado ya que se encuentra en una tecnología de costos donde si produce más bienes, el costo medio se reduce y esto sucede hasta " $Q^*$ " que es el nivel de producción donde se alcanza el punto más bajo de la curva de costos medios ya que los costos unitarios a partir de ese punto irían a la alza y daría entrada a una nueva competencia (la segunda empresa), pero todavía se seguiría dando la subaditividad de costos por lo que sigue siendo mejor para este mercado en específico que el bien lo produzca solamente una empresa.

En el segundo escenario se ve que " $D_2$ " intercepta a ambas curvas, hablado de la curva " $C_{me}$ " esta está siendo interceptada en un nivel de producción mayor que la curva " $C_{me2}$ " pero también en un nivel de precios menor por lo que la subaditividad de costos se sigue dando, a pesar de que la situación de economías a escala yo no se esté manifestando, por lo que se ve que no es necesario que se estar en economías a escala para que los costos subaditivos se den, este panorama de costos subaditivos se da hasta " $Q_s$ " que es cuando los costos unitarios son los mismos para una empresa que para las 2, por lo que si se decidiera producir mayor cantidad del bien, ya sería menos costoso que las 2 empresas se dedicaran a producir el bien, claro es un escenario que se quisiera evitar si eres la primera empresa, por lo que la intención es seguir manteniendo la subaditividad de costos, y en el

mejor de los casos si es más favorable estar en economías a escala si la intención de la empresa es seguir con su posición de única proveedora.

Ya en el tercer escenario, la demanda creció muchísimo y superó el nivel de producción “ $Q_2^*$ ” que era el punto donde la curva de costos medios deja de ser decreciente y va a empezar a crecer, por lo que ya este mercado será próximamente invadido por más empresas que busquen su parte de este y esta situación se convertirá en un escenario de competencia perfecta.

Recapitulando, para la primera empresa que era la única proveedora, puede seguirlo siendo si logra mantener esta situación de economías a escala o en el peor de los casos, esta parte de la subaditividad de costos, por lo que si de alguna manera mejora la tecnología de costos, para que esta se conserve en economías a escala, la empresa podrá seguir siendo la única proveedora a largo plazo y esta meta se cree que se puede conseguir si la empresa misma innova sobre su producto, innova sobre su proceso de producción o innova, creando un nuevo bien, algo novedoso, moderno, actual o contemporáneo.

Ahora sabiendo que los costos se expresan:

$$C(Q) = Cv(Q) + Cf \quad (1.7)$$

Donde:

$Cv(Q)$ , es el costo variable de producción.

$Cf$ , es el costo fijo de producción.

Al hablar de costos fijos para una empresa monopólica, se hace referencia únicamente al corto y mediano plazo. A largo plazo, todos los costos se vuelven completamente variables. Es bien conocido que, en el corto plazo, los costos fijos son inmutables; la empresa no puede influir en su reducción o aumento, ya que no varían en relación con el nivel de producción o de ventas. Ejemplos de estos costos fijos incluyen el arriendo, los servicios públicos, los costos de mantenimiento o reparación, las licencias o permisos, y los gastos de marketing y publicidad, entre otros.

En los inicios de un monopolio natural, los elevados costos fijos representan una barrera significativa para la entrada de nuevos competidores. Los incentivos para ingresar al mercado no son atractivos debido a la considerable inversión inicial requerida. Además, dado que ya existe una empresa establecida, los nuevos competidores no tienen garantizada una parte de la demanda.

Luego están los costos variables, que estos si se ven influenciados en proporción directa con el nivel de producción como: materias primas, mano de obra, fletes y envíos, compras de inventario, etc.

Una empresa que es monopolista y quiere seguir siéndolo, deberá producir a considerando su curva de costos medios si pensamos en un largo plazo. Los costos medios, a partir de (1.7) se expresan como:

$$C_{me}(Q) = \frac{C(Q)}{Q} = \frac{Cv(Q) + Cf}{Q} \quad (1.8)$$

Que define a los costos por unidad producida y si se logra que los costos medios sean decrecientes, la empresa estaría en la posición de generar barreras naturales hacia la entrada de nuevas empresas competidoras.

Para alcanzar este objetivo, es necesaria la implementación de tecnologías que hagan factible que la producción sea más eficiente. A continuación, se planteará un modelo de producción que incluya este componente tecnológico.

En resumen, para este apartado, podemos decir que para la existencia del monopolio natural no es condición necesaria las economías a escala, esta condición necesaria se la da los costos subaditivos, aunque la presencia de ambas es mejor, para explicarlo hay repasar lo que significan ambos términos. La subaditividad de costos nos garantiza que es más eficiente para el mercado que solo haya una empresa ofreciendo el bien, asimismo asegura que todos los recursos de producción se utilicen de manera óptima. En el caso de las economías a escala se refiere a que mientras más produzca, su costo medio por unidad descende. En consecuencia, los competidores no tendrán incentivos para entrar al mercado, el monopolista puede ofrecer precios más razonables para los consumidores al aprovechar esta circunstancia.

Al apoyarnos de Williamson (1968) podemos decir que, la coalición para lograr costos medios menores es mejor para el bienestar social neto y apoyándose mutuamente en los avances tecnológicos se puede lograr más rápido el objetivo de innovación deseado. Considerando estos factores, el objetivo de este trabajo es analizar cómo, bajo ciertas condiciones, un monopolio dinámico a largo plazo puede ser sostenible. El estudio se enfoca en identificar las circunstancias bajo las cuales se puede alcanzar dicho escenario, evaluando el impacto de la subaditividad de costos, las economías de escala, el crecimiento de la demanda y la eficacia del monopolio apoyándose en el cambio tecnológico y sus efectos en la producción y los costos.

## **CAPITULO II.**

### **El Modelo**

#### **2.1 Introducción**

Con lo dicho anteriormente, ya podemos avanzar en la construcción de un modelo que nos permita emular el comportamiento de un monopolio natural dinámico, al iniciar con el tema del cambio tecnológico y la innovación.

De acuerdo con Labini (1964 y 165), tenemos tres formas de innovación:

- 1) La producción de un bien nuevo.
- 2) Algunas modificaciones de la tecnología en el proceso de producción ya existente.
- 3) Mejoras en el producto ya existente.

Con esto en la mente, el panorama de la empresa monopolista es semejante al de cualquier otra empresa en cualquier otro mercado, ya que busca es maximizar sus beneficios, lo que podemos definir de la siguiente forma:

$$\text{Máx } \Pi = p(Q) * Q - C(Q) \quad (2.1)$$

Donde  $\Pi$  representa los beneficios, por lo que la empresa, para maximizarlos puede seguir dos estrategias, que no interfieren entre sí. La primera es hacer crecer los ingresos totales, lo que está representado en la primera parte de la ecuación ( $p(Q) * Q$ ), de lo que la empresa no tiene un control total, como veíamos al analizar a la demanda de mercado y su elasticidad; la otra será a partir de los costos de producción ( $C(Q)$ ), objetivo que se puede conseguir aplicando alguna (o varias) de las 3 formas de innovar, lo que gracias a la posición que le da estar en un mercado monopólico en el corto plazo, puede destinar parte de las ganancias a mejorar de algún modo su capacidad productiva, ya que la empresa allí si tiene un mayor control e incidencia al poder reestructurar su estructura de costos.

En las siguientes páginas nos abocaremos a explicar los elementos más importantes que inciden en la decisión del monopolio para conseguir dicho objetivo, para después desarrollar un modelo que integre a todas esas partes.

## 2.2 La demanda del mercado

Como se ha mencionado anteriormente, el tema de la demanda es de suma importancia, ya que del comportamiento de ésta dependerá la permanencia o no del monopolio en algún momento en el tiempo. En este trabajo, se considerará a la demanda como dependiente del crecimiento poblacional. Al analizar el caso a largo plazo, es esencial estimar la cantidad de potenciales consumidores. Para ello, se deben utilizar modelos de crecimiento poblacional, siendo el más común para el caso el crecimiento constante de la población, esto es:

$$\frac{\dot{N}}{N} = r \quad (2.2)$$

Es una tasa de crecimiento constante en el que el tamaño de la población aumenta (o disminuye) de una manera fija durante un periodo de tiempo específico, por lo que si  $r$  es constante, entonces la tasa de crecimiento también es constante. Por ejemplo, si  $r = .07$  por año, quiere decir que la población aumenta en un 7% cada año.

Resolviendo la anterior Ecuación Diferencial Ordinaria (EDO) nos presenta una ecuación que se comporta de manera exponencial.

La " $N$ " representa la población tal que;  $N(t) = N_0 * e^{rt}$  donde: " $N_0$ " es la población inicial; " $r$ " es la tasa de crecimiento y " $t$ " es el tiempo.

La ecuación (3.2) que representa la población mundial ya es conocida y es considerada de las exactas al tratar de predecir la población futura, ya que en los últimos 40 años la población ha sido exponencial a diferente tasa en el tiempo, que es lo que nos representa la "r", y con el crecimiento de la población, se puede observar una correlación en la demanda de los productos, además de que lo esto también ha afectado a la esperanza de vida positivamente ya que ésta también se elevó al ser de 75 años en la actualidad en promedio en comparación con los 50 que era de 46 años<sup>25</sup>, lo que se ha traducido también en el desarrollo económico, como efecto de la innovación de los productos o la invención de nuevos bienes, gracias a la tecnología desarrollada en aquellos años que se ha traducido en mejores producto a precios más accesibles; el tema de la población tiene su justificación debido a que si la cantidad de gente continua creciendo, lo esperado es un aumento en el número de clientes, o si la población descendiera, lo contrario. En la década de los años 50 la población mundial era cercana a los 2,500 millones de persona, mientras que hoy en día, ésta ya superó la cifra de 8,000 millones de personas, lo que para términos de la demanda la población es un factor determinante<sup>26</sup>.

Para el caso de la función de demanda que se estará utilizando aquí, tendremos una que depende del precio y del tiempo:

$$Q_d = f(p, t) \quad (2.3)$$

Ahora, la función del precio se propone que se exprese también como dependiente del tiempo de tal manera que:

$$p(t) = p_0 + \varphi * t \quad (2.4)$$

Donde:  $p_0$ , es el precio inicial;  $\varphi$ , es una tasa de cambio de precio.  $\varphi < 0$  o  $\varphi > 0$ .

Así, la función de la demanda de largo plazo será de la siguiente manera:

$$Q_d(t, p) = Q_0(1 + \omega * r * t) - p(t) \quad (2.5)$$

Donde:  $Q_0$ , es la demanda inicial;  $\omega$ , es la sensibilidad de la demanda al crecimiento poblacional;  $r$ , es la tasa de crecimiento poblacional.

Al sustituir (3.4) en (3.5) tenemos:

$$Q_d(t) = t * (Q_0 * \omega * r - \varphi) + Q_0 - p_0 \quad (2.6)$$

Es una ecuación lineal, que sólo depende del tiempo. El comportamiento de la demanda es creciente si  $Q_0 * \omega * r - \varphi > 0$ , El modelo asume que la demanda aumenta con el crecimiento poblacional, reflejando una relación directa entre la expansión de la población y el incremento en la demanda. Además, incorpora un efecto negativo asociado al precio,

---

<sup>25</sup>Datos extraídos de INEGI (2022).

<sup>26</sup>Datos extraídos de Portal Académico CCH (2023).

consistente con la teoría económica básica, que establece que, a medida que el precio sube, la demanda tiende a disminuir.

En numerosos modelos de monopolio natural, la variable temporal no se integra de manera explícita o dinámica. El objetivo de incorporar el tiempo en este análisis es examinar el comportamiento óptimo del monopolista ante una demanda que varía constantemente. En un mercado monopólico, la demanda es el principal indicador que utiliza la empresa para ajustar sus niveles de producción. Por tanto, cuando la demanda fluctúa continuamente, la empresa debe adaptar su producción en consecuencia, manteniéndola en un estado de ajuste dinámico.

## 2.3 La producción

Anteriormente se ha hablado sobre producción. Solow (1956) y Swan (1956) propusieron en su tiempo una función de producción tipo Cobb-Douglas que representa la productividad total de factores. El modelo que se propone en este trabajo tiene diferencias con los de ellos. Un factor que establece alguna diferencia es el tipo de tecnología, la que ha cambiado desde aquella época, un ejemplo de esto es el Internet y los efectos que éste ha generado, donde los primeros experimentos a largas distancias realizados se dieron 13 años después de la publicación de sus trabajos en 1969.<sup>27</sup>

Consecuentemente, la tecnología continúa avanzando y se seguirá actualizando de acuerdo con las necesidades de la sociedad. Por lo tanto, es beneficioso para la producción incorporar un cierto nivel de tecnología en el proceso productivo. Si una empresa no se actualiza, inevitablemente quedará rezagada frente a aquellas que sí adopten las innovaciones tecnológicas.

Partiendo de lo explicado antes, tenemos la función de producción siguiente:

$$Q = f(T, K, L_y) \quad (2.7)$$

Donde ésta, en su versión implícita, depende de la tecnología “ $T$ ”, la que se utiliza en la producción del bien  $Q$ , el capital es “ $K$ ” y la cantidad de trabajadores dedicados a la línea de producción “ $L_y$ ” y el factor  $T$  es lo que se explicaba previamente. En su forma explícita tendremos:

$$Q = (T)^\alpha (K)^\beta (h * L_y)^{1-\alpha-\beta} \quad (2.8)$$

---

<sup>27</sup> En ese año se consiguió conectar una computadora de la Universidad de California con una del Instituto de Standford. Según Redacción en el artículo: “De 1969 a 2012: la historia de internet” (2013).



Los parámetros: “ $\alpha$ ,  $\beta$ ”, son ponderaciones que miden la proporción en las que se utiliza cada factor productivo en el proceso de producción, también definidos como: “valores de proporcionalidad de la producción”, lo que permite identificar a la tecnología como un factor endógeno y muy importante en la producción; mientras que  $h$ , Es un promedio de eficiencia de las diferentes áreas que están enfocadas a producir el bien en sí, el cual cumple con:  $0 < h < 1$ .

Contextualizando un poco sobre  $h$ , se trata de un grado de eficiencia de la contribución del trabajo. Pensando que el coeficiente  $h$  refleja la calidad del trabajo de los empleados, influenciados por factores de motivación, incentivos, o también la adaptabilidad a las mejoras tecnológicas, estas situaciones pueden llegar a incrementar la eficiencia laboral. Así, un valor alto de  $h$  indica una mayor eficiencia laboral, mientras que un valor más bajo sugiere una menor eficiencia.

Como se ve en la ecuación 2.8, ésta depende de tres variables que las que como ya hemos mencionado se refieren al capital, el número de trabajadores y la tecnología, mismas que están elevadas a unos valores que establecen el grado de influencia que tienen cada una en la producción del bien. Así, por ejemplo, debido a que el progreso tecnológico está modificando la forma en la que se fabrican los bienes, se cree que el apartado de la maquinarias inteligentes podrían tener mayor proporción en algunos años y por consecuencia, desplazar al nivel de trabajadores<sup>28</sup> y debido a la continua sustitución de capital por uno más moderno o a las continuas actualizaciones de aspectos como el software, tanto el capital como el trabajo se irán sustituyendo por otros elementos que traerán mayor eficiencia y productividad, por lo que si se quiere conservar la empresa como única proveedora en el largo plazo, necesitará desarrollar tecnología propia que le permita mantenerse en esa posición privilegiada al apoyarse en mejoras tecnológicas de diversos tipos. Riquelme (2017) en su artículo “México, uno de los más expuestos al trabajo autómatas” nos dice: “Aunque no se sabe exactamente la manera en la que los robots cambiarán el empleo, lo que sí se sabe es que el trabajo no será el mismo en el futuro. Según McKinsey, en las próximas décadas habrá una cada vez mayor integración entre los seres humanos y las máquinas.”

Ahora bien, a continuación, abordaremos el tema de la tecnología.

### 2.3.1 La Tecnología

Al pensar acerca de la tecnología, es común confundirla con los efectos que ésta genera, sobre todo cuando se convierte en éxitos comerciales, los que llamados innovaciones, nos

---

<sup>28</sup> Tan solo en México, de acuerdo con el instituto McKinsey Global, el 52% de los trabajos son susceptibles a ser reemplazados por robots. -Riquelme. R. (2017)-

obstante la tecnología pueden ser entendida simplemente como *ciencia aplicada*, lo que implica algún grado de incertidumbre porque sus resultados no significan éxito en su aceptación y por tanto éxito económico, sino sólo una posibilidad de cambio de cómo se vienen haciendo las cosas o con la introducción de nuevos bienes y servicios, los que pueden ser aceptados o no por los consumidores, quienes tendrán la última palabra a la hora de decidir si aceptan esos cambios o no.

La tecnología puede incrementar la eficiencia en el uso de los insumos existentes, permitiendo producir más bienes con la misma cantidad de trabajo y capital. Además, los avances tecnológicos, tales como el desarrollo de nuevos métodos de producción y la integración de inteligencia artificial, tienen el potencial de transformar de manera significativa los procesos productivos. Estas innovaciones no solo pueden aumentar la cantidad de bienes producidos, sino también reducir los costos de producción. Este impacto no puede ser plenamente capturado únicamente mediante el análisis del capital y la cantidad de trabajadores, ya que las mejoras tecnológicas aportan una dimensión adicional que optimiza la utilización de los recursos y redefine los métodos de producción.

En cuestiones de producción, consideraremos a la tecnología como un proceso humano, especializado y consciente, que en su continuo avance puede acelerar la dinámica económica, al depender del empeño e inversión que se le asigne. Por lo tanto, afirmamos que un monopolio puede destinar una parte de sus ganancias y recursos materiales y humanos en actividades de I+D, lo que nos permitirá tener una representación de ésta de la siguiente manera:

$$\dot{T} = (aT(t))^\gamma \left(\frac{L_T}{L}\right)^{1-\gamma} \quad (2.9)$$

Donde: " $\dot{T}$ ", representa el cambio tecnológico; " $T(t)$ ", es la tecnología en el tiempo  $t$ ; " $a$ ", siendo el nivel de aplicación de dicha tecnología, donde  $0 < a < 1$ ; " $\frac{L_T}{L}$ ", es la tasa de trabajadores que se dedican a las actividades de I+D+I, lo que hace de ésta una del tipo endógeno; " $\gamma$ ", es una medida de proporción entre ambas partes de modo que:  $0 < \gamma < 1$ , al que definimos como el "valor de proporcionalidad de la tecnología".

Como se puede apreciar el cambio tecnológico depende de la inversión que se haga en ello, que en este caso particular está representado por la cantidad que se dedica a mejorarla y/o crear nuevas tecnologías, además, depende también de la propia tecnología, es decir, de la tecnología que ya existe " $T(t)$ ", al ser la base en la que los próximos procesos de cambio tecnológico se apoyan para generar nuevos descubrimientos.

El parámetro " $\gamma$ ", mide en qué proporción o cuánto aporta la tecnología actual y/o la proporción del trabajo en la generación de nueva tecnología.

Resolviendo la ecuación de la tecnología (2.9) nos queda:

$$T(t) = \sqrt[1-\gamma]{(1-\gamma) \left( a^\gamma * t * \left( \frac{L_T}{L} \right)^{1-\gamma} \right)} \quad (2.10)$$

La tecnología depende mucho del valor de "a", " $\frac{L_T}{L}$ " y de "γ", y todos estos valores tienen su dominio (0, 1), mientras más cercano a uno se el valor de gamma se estará utilizando mayormente la tecnología existente para que el cambio suceda y gracias a esto la ecuación se comporta más como una curva que crece de manera más rápida en comparación a que si solo se usara el departamento de I+D. El tiempo juega un papel destacado en la innovación, ya que la innovación es dinámica, se construye con el tiempo y sobre si misma según Shepherd (2003).

Aquí hay unos ciertos puntos que conviene aclarar, primero: la ecuación (2.9) representa una tecnología que se desarrolla y/o actualiza dentro de la empresa, por lo que se considerara como un cambio tecnológico endógeno; segundo: se puede apreciar que la ecuación (2.10) que cuando  $t = 0$  la tecnología también su valor es 0, ya que aún no se desarrolla tecnología en la empresa, pero eso no quiere decir que no exista tecnología en el tiempo 0. En ese momento la única tecnología existente es la propia tecnología que se aplica de manera exógena, ya que la empresa no ha adquirido los conocimientos necesarios para crear su propio sello tecnológico así que el cambio no depende de ellos, por eso se dice que es tipo exógeno. Por las razones anteriores, utilizaremos otra ecuación solo en este punto en el tiempo:

$$\dot{T} = aT(t) \quad (2.11)$$

Así que en este caso se considerara que cuando la empresa empieza a desarrollar dentro de un departamento que se dedique a I+D+I se utilizara la ecuación (2.9), -en otras palabras- caso endógeno. Cuando la empresa quiera innovar sin tener esta área, tendrá que adaptarse a las tecnologías ya existentes, aplicándolas en su línea de producción, por lo que sería un caso exógeno y se usara la ecuación (2.11).

Resolviendo (2.11) queda:

$$T(t) = T_0 * e^{a*t} \quad (2.12)$$

Donde sólo habrá que explicar el termino  $T_0$  que representa la tecnología al tiempo 0 y se va a conservar el significado de "a"; un crecimiento de la tecnología de forma exponencial, situación que se puede revisar con algo más de detalle en Tenorio (2012).

La incorporación del cambio tecnológico y del conocimiento como causas principales del crecimiento económico ha permitido clasificar los modelos en dos categorías: exógenos y endógenos, dependiendo de si estos factores son explicados dentro o fuera del sistema económico. En términos generales, cuando las innovaciones surgen a partir de los recursos

existentes y el progreso tecnológico, junto con sus efectos sobre la producción, es determinado internamente dentro del sistema, se dice que el progreso tecnológico es endógeno (Ramanathan, 1982). En contraste, en el modelo propuesto por Solow (1957), el progreso tecnológico se considera exógeno, dado que no es generado por agentes económicos, sino que es introducido en el modelo como un factor externo del cual todos pueden beneficiarse sin coste alguno.

En conclusión, los casos en los que se utiliza la ecuación (2.11), el cambio tecnológico es de generación espontánea; mientras que cuando la tecnología implica inversión de trabajo éste es endógeno y entonces se considera la ecuación (2.9).

### 2.3.2 El Capital

Para definir el comportamiento del capital, al partir de la siguiente función:

$$\dot{K} = s * K^\epsilon - \delta * K \quad (2.13)$$

Donde: " $\dot{K}$ ", es el cambio del capital con respecto del tiempo; " $s$ ", es el ahorro de la empresa; " $K$ ", es el capital; " $\delta$ ", es la tasa de depreciación u obsolescencia; " $\epsilon$ ", mide la elasticidad del producto.

El capital se refiere a los recursos invertidos en maquinaria, infraestructura, insumos y equipos que se utilizan para la elaboración del producto. Para seguir acumulando capital se requiere inversión lo que se representa en la ecuación como " $s$ " que una proporción y debido a que las máquinas por el uso y el desgaste se vuelven cada vez menos eficientes el capital va disminuyendo por lo que la tasa de obsolescencia se define como: " $\delta$ ". Esta ecuación del capital es una modificación de la expuesta por Solow en su modelo de 1956.

El capital depende del tiempo y al resolver esta ecuación diferencial obtenemos:

$$K(t) = \sqrt[1-\epsilon]{\frac{s - e^{\epsilon\delta t - \delta t}}{\delta}} \quad (2.14)$$

El término " $s$ " tiene un peso muy importante sobre como el capital, ya que de éste depende su crecimiento a lo largo del tiempo. Al hablar del denominador, " $\delta$ " mientras más pequeña sea la tasa de obsolescencia de la maquinaria el capital, tenderá a incrementarse.

### 2.3.3 El Trabajo

Como se puede deducir de lo anteriormente dicho, la empresa monopolista debe contar con un departamento de producción y un departamento de I+D y/o de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). Dado que la empresa disfruta de una posición sin competencia debido a las barreras naturales, puede destinar sus ganancias al departamento de I+D+I. Para esto, dividiremos a total de trabajadores de tal manera que tengamos una parte de ellos dedicada a la producción y otra a la innovación, de lo que se obtiene la siguiente expresión:

$$L = L_y + L_T \quad (2.15)$$

Donde: "L", es el número de trabajadores; "L<sub>y</sub>", representa los trabajadores que se dedican a la producción; "L<sub>T</sub>", son los trabajadores que se dedican a I+D.

La idea de dividir de esta forma los trabajadores de la firma tiene su explicación en la manera en que la empresa creara áreas específicas para mantener la innovación y al mismo tiempo la línea producción, siendo "L<sub>T</sub>" el área de los trabajadores dedicada a I+D+I que será un departamento específico para mantener la vanguardia en los nuevos descubrimientos tecnológicos acerca del producto y/o seguir actualizando la línea de producción, logrando continuar con la posición privilegiada que tiene la empresa; por otro lado "L<sub>y</sub>", son los trabajadores dedicados a la manufacturación o al mantenimiento de las máquinas, infraestructura y tecnología utilizada para la elaboración del producto.

## 2.4 Comportamiento Estructural

Al unir todos los componentes de la función de producción propuesta, es decir, al sustituir (2.10) y (2.14) en la ecuación (2.8), obtenemos:

$$Q(t) = \left( \sqrt[1-\gamma]{(1-\gamma) * (a^\gamma * t * \left(\frac{L_T}{L}\right)^{1-\gamma})} \right)^\alpha * \left( \sqrt[1-\epsilon]{\frac{S - e^{\delta * t(\epsilon-1)}}{\delta}} \right)^\beta * (h * L_y)^{1-\alpha-\beta} \quad (2.16)$$

Así que, (2.17) se convierte en una ecuación que depende solo del tiempo, tal que  $Q = f(t)$ , por lo que sólo quedará por definir los valores de los parámetros, es decir, determinar a: "α" y "β", quienes cumplen con la condición de que:  $0 \leq \alpha + \beta \leq 1$ , para con ello conocer el comportamiento de la función de producción.

La primera parte de la ecuación nos representa la parte tecnológica, la parte siguiente expresa el capital y la ultima parte el trabajo físico. Para dejar la ecuación, en términos de

trabajo en línea de producción, se modificará la tasa de trabajadores que se dedican a las actividades de I+D+I ( $\frac{L_T}{L}$ ) utilizando (2.15), y queda como:

$$Q(t) = \left( \sqrt[1-\gamma]{(1-\gamma) * (a^\gamma * t * (1 - \frac{L_y}{L})^{1-\gamma})} \right)^\alpha * \left( \sqrt[1-\epsilon]{\frac{s - e^{\delta * t(\epsilon-1)}}{\delta}} \right)^\beta * (h * L_y)^{1-\alpha-\beta} \quad (2.17)$$

A continuación, y con la finalidad de identificar el comportamiento de la función de producción, se propondremos tres variantes de parámetros para ejemplificar el mismo número de tipos de empresa que podríamos tener y con ello revisar los efectos y condiciones que éstas tendrían:

Caso 1.  $\alpha = .4$ ,  $\beta = .3$ ,  $1 - \alpha - \beta = .3$ , lo que nos da la pauta para suponer que la misma tiene una inclinación hacia la parte tecnológica, al estar soportada por un departamento de muy buen tamaño dedicado a la mejora, actualización e innovación del bien, como podría ser Apple, Meta, Microsoft, etc.

Caso 2.  $\alpha = .2$ ,  $\beta = .5$ ,  $1 - \alpha - \beta = .3$ , identifica a una empresa que utiliza más la maquinaria, infraestructura, para la elaboración del bien se refiere al sector manufacturero tradicional, la industria pesada, la minería o los dedicados al sector automotriz como Ford, Toyota, General Motors; empresas que suelen tener grandes inversiones en maquinaria y equipos para llevar a cabo las operaciones necesarias en la producción.

Caso 3.  $\alpha = .1$ ,  $\beta = .3$ ,  $1 - \alpha - \beta = .6$ , esto da ilusión a una empresa que depende de mayor manera de trabajo humano, ya que la tecnología inventada para esta área ha quedado obsoleta o es mejor para la calidad del producto que no se pierda mucho el valor humano, como podría ser: el sector dedicado a la agricultura y producción de alimentos, la construcción de bienes raíces, etc.

Cuando la tecnología se utiliza de manera exógena se utilizará la ecuación (2.12) antes que la (2.10) en (2.16):

$$Q(t) = (T_0 * e^{a*t})^\alpha * \left( \sqrt[1-\epsilon]{\frac{s - e^{\delta * t(\epsilon-1)}}{\delta}} \right)^\beta * (h * L_y)^{1-\alpha-\beta} \quad (2.18)$$

Ambas ecuaciones de producción muestran aumentos crecientes en la producción y el peso de la tecnología tiene un fuerte impacto en ambas, en la primera ecuación de producción hay 2 términos que vale la pena remarcar, se trata de la elasticidad del producto " $\epsilon$ " y la tasa de proporcionalidad del uso de la tecnología " $\gamma$ ", ya que a causa de los valores que estos tengan, puede hacer que la producción aumente de cierta manera más rápido, claro, sin dejar de lado los valores de proporcionalidad de producción " $\alpha$ " y " $\beta$ ", dependiendo de

las formas de producción que se utilice para generar el bien, cuando al producto le agregas cierta tecnología, este continúa actualizándose e idealizándose.

No se profundizará en (2.18) por los motivos ya expuestos; la ecuación muestra lo mismo que (2.16), con la diferencia de que la tecnología cambia de forma exógena a la empresa, lo que no es el escenario ideal en este trabajo. El monopolista debe ser el líder en innovaciones y para lograrlo debe ir mejorando su factor tecnológico de manera endógena. Así pues, es más conveniente centrarse en la ecuación (2.16). No obstante, era imprescindible aclarar este caso, dado que, a pesar de ser factible, no es objeto de estudio principal en este trabajo.

### 2.4.1 Función De Costos

Se ha expuesto antes la ecuación de costos totales siguiente:

$$C(Q) = Cv(Q) + Cf \quad (1.7)$$

En el corto plazo, en el contexto de un monopolio natural, los costos fijos tienen un peso significativo, debido a la inversión necesaria en la instalación de equipos o en infraestructura. Los costos totales también están influenciados por la tecnología, que afecta a los costos variables. Al considerar el impacto de la tecnología en los costos, se puede proponer una función de costos que se exprese de la siguiente manera:

$$C(Q(t)) = w * Q(t)^\psi + F \quad (2.19)$$

Donde:  $w$ , es el costo por unidad de producto y  $\psi$ , representa las economías a escala que el monopolista experimenta. Si se cumple que:  $\psi < 1$ , que simboliza que esta en rendimientos a escala crecientes. También podría tomar valores mayores que 1 ( $\psi > 1$ ), lo que representaría deseconomías a escala. Además,  $F$  representa sus costos fijos.

Cuando nos referimos al corto plazo, los costos fijos si tienen un gran peso cuando se trata de ser la única empresa proveedora de cierto bien, ya que funciona como una barrera de entrada hacia otros competidores, esto ya ha sido manifestado anteriormente en este trabajo, pero el enfoque que se busca dar énfasis es cuando la empresa ya está en el largo plazo, y cuando se llega a esta instancia la empresa logra entrar a lo que se le conoce como "Monopolio Natural Avanzado" en esta fase los costos fijos dejan de serlo debido a que se incorporan en mayor grado los tipos variables, por lo que la función de costos totales se vuelve completamente dependiente de los costos variables, no es que los costos fijos se desvanezcan de forma arbitraria, sino que, a medida que el monopolio natural aumenta su producción, el costo fijo total se distribuye entre un mayor número de unidades producidas. Por ejemplo, si una empresa construye una planta de energía para abastecer a 1,000 hogares, el costo fijo de construir la planta es el mismo, pero si ahora abastece a 10,000

hogares, el costo fijo por hogar disminuye significativamente. Este es el principio de las economías de escala: a medida que la empresa produce más, los costos medios (especialmente los fijos) tienden a disminuir.

En un monopolio natural, los costos fijos se diluyen con el incremento de la producción, lo que hace que su impacto sobre los costos medios por unidad de producción disminuya drásticamente a medida que la escala de operación crece. A largo plazo, la tecnología desempeña un papel crucial en la amplificación de este efecto. A medida que transcurre el tiempo, las inversiones en I+D+I, la adopción de nuevas tecnologías y las mejoras en los procesos productivos pueden ser graduales, incrementales o radicales, pero comienzan a tener un impacto significativo a medida que se desarrollan e implementan a gran escala.

Aunque la innovación implique una considerable inversión, si se realiza correctamente puede generar una mayor remuneración y permitir que la empresa conserve su posición de monopolio natural con costos subaditivos. Aunque también es verdad que la inversión no asegura la innovación porque ésta no está asegurada de ninguna forma, al depender de muchos factores, pero la inversión aumenta sustancialmente su existencia, lo que posibilita la continua actualización, la satisfacción de los consumidores en términos de calidad de vida y el desarrollo económico.

La ecuación de costos totales presenta un comportamiento cóncavo, donde el valor del parámetro “ $\psi$ ” juega un papel fundamental en la concavidad de la función, dado que este término captura el grado de economías de escala que posee la empresa. El parámetro “ $F$ ” representa el nivel inicial de costos fijos, lo cual indica en qué punto de partida se encuentran los costos de la empresa. Al sustituir la ecuación (2.16) en la ecuación (2.19), obtenemos una función de costos que depende del tiempo y considera a todos los factores propuestos, lo que nos permite modelar la evolución de los costos totales a lo largo del tiempo bajo las condiciones del mercado y las economías de escala presentes en la empresa:

$$C(t) = w * \left( \left( (1-\gamma) * (a^\gamma * t * \left(\frac{L_T}{L}\right)^{1-\gamma}) \right)^\alpha * \left( \frac{1-e^{-\frac{\delta * t(\epsilon-1)}{\delta}}}{\delta} \right)^\beta * (h * L_y)^{1-\alpha-\beta} \right)^\psi + F \quad (2.20)$$

Esta ecuación es creciente, sin embargo, a medida que el tiempo aumenta, el ritmo de crecimiento disminuye. Pensando en el largo plazo, se puede concluir que la empresa puede mantener esta posición durante un largo período si cumple con su parte de modernización e innovación, apoyándose firmemente en la tecnología.

Sabemos que el costo medio es de la siguiente manera:

$$Cme(Q) = \frac{Cv(Q) + Cf}{Q} \quad (1.8)$$



Y al considerar a (2.18) y (1.8) tenemos que:

$$Cme(t) = w * \frac{Q(t)^\psi}{Q(t)} + \frac{F}{Q(t)} \quad (2.21)$$

A diferencia de la curva de costos totales, esta curva de costos medios es decreciente, lo que significa que, con el auxilio de la tecnología, los costos unitarios del bien están decreciendo a medida que el tiempo pasa, logrando la economía a escala que caracteriza a un monopolio natural. La empresa puede estar en su papel privilegiado más seguramente, y seguirá muy seguramente en subaditividad de costos, por lo que para este mercado en particular es mejor para la sociedad, consumidores y productores que solo una empresa se encargue de abastecer la demanda en su totalidad.

La función que describe los costos medios en función del tiempo (2.22) consta de dos fracciones, cada una con numeradores constantes. La primera fracción representa los costos variables medios y es la que eventualmente dominará el comportamiento de los costos medios en el largo plazo. El parámetro  $\psi$  juega un papel fundamental, ya que, para simular economías de escala, es crucial que su valor sea menor que 1. En este caso, el denominador de la función adquiere un peso significativo, especialmente en el largo plazo, ya que será determinante para que los costos medios decrezcan a medida que aumenta el nivel de producción.

$$\begin{aligned} Cme(t) &= \frac{w}{\left( \left( (1-\gamma) \sqrt{(1-\gamma) * (a^\gamma * t * (\frac{L_T}{L})^{1-\gamma})} \right)^\alpha * \left( \sqrt{\frac{s - e^{\delta * t(\epsilon-1)}}{\delta}} \right)^\beta * (h * L_y)^{1-\alpha-\beta} \right)^{1-\psi}} \\ &+ \frac{F}{\left( (1-\gamma) \sqrt{(1-\gamma) * (a^\gamma * t * (\frac{L_T}{L})^{1-\gamma})} \right)^\alpha * \left( \sqrt{\frac{s - e^{\delta * t(\epsilon-1)}}{\delta}} \right)^\beta * (h * L_y)^{1-\alpha-\beta}} \quad (2.22) \end{aligned}$$

La segunda fracción de la función de costos medios (2.22) tiene como numerador el costo fijo, que es relevante en las primeras etapas de producción. Sin embargo, conforme transcurre el tiempo, este costo fijo se va diluyendo, lo que refleja el comportamiento típico en el largo plazo, particularmente en los monopolios. A medida que los costos fijos pierden importancia relativa, el denominador de la fracción adquiere mayor relevancia, especialmente en el largo plazo, controlando el comportamiento de la función.

Este comportamiento es deseable, ya que imita el efecto de las economías de escala, donde los costos fijos tienden a distribuirse sobre una mayor cantidad de producción, reduciendo su impacto unitario. Así, la función captura adecuadamente la dinámica de un monopolio

en el largo plazo, donde los costos medios tienden a decrecer a medida que los costos fijos pierden importancia relativa y los costos variables asumen el papel dominante.

En la sección siguiente se mostrarán los comportamientos de manera grafica de la ecuación de producción (2.16), costos totales (2.20) y costos medios (2.22). Analizando su comportamiento y comparándolas en diferentes ámbitos.

## Resultados

A continuación, analizaremos las ecuaciones propuestas, las que se pueden apreciar de mejor manera de forma gráfica, las que al variar los valores de proporcionalidad de la producción propuestos para las ecuaciones (2.16), (2.20) y (2.22), nos permitirán ver las tendencias que éstas siguen.

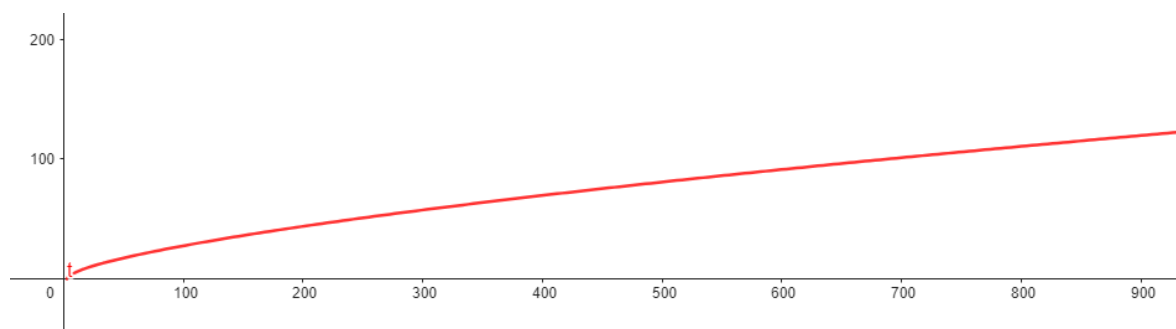
### Caso 1. Empresa con más tecnología

Empresa con altos niveles de tecnología en su producción, con departamento propio de I+D+I y 200 trabajadores, asignados en la línea de producción y en el área de Investigación.

Ecuación (2.16'):

$$Q(t) = \left( \frac{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})}{(0.4 * 102)^{1-0.4-0.3}} \right)^{0.4} * \left( \frac{0.5 - e^{0.3*t(0.2-1)}}{0.3} \right)^{0.3}$$

Esta empresa usa mayormente tecnología en su producción ( $\alpha = 0.5$ ); usa una buena proporción de su propio departamento de tecnología ( $\gamma = 0.4$ ); teniendo en total 200 trabajadores ( $L = 200$ ); comportándose de la siguiente manera en producción.

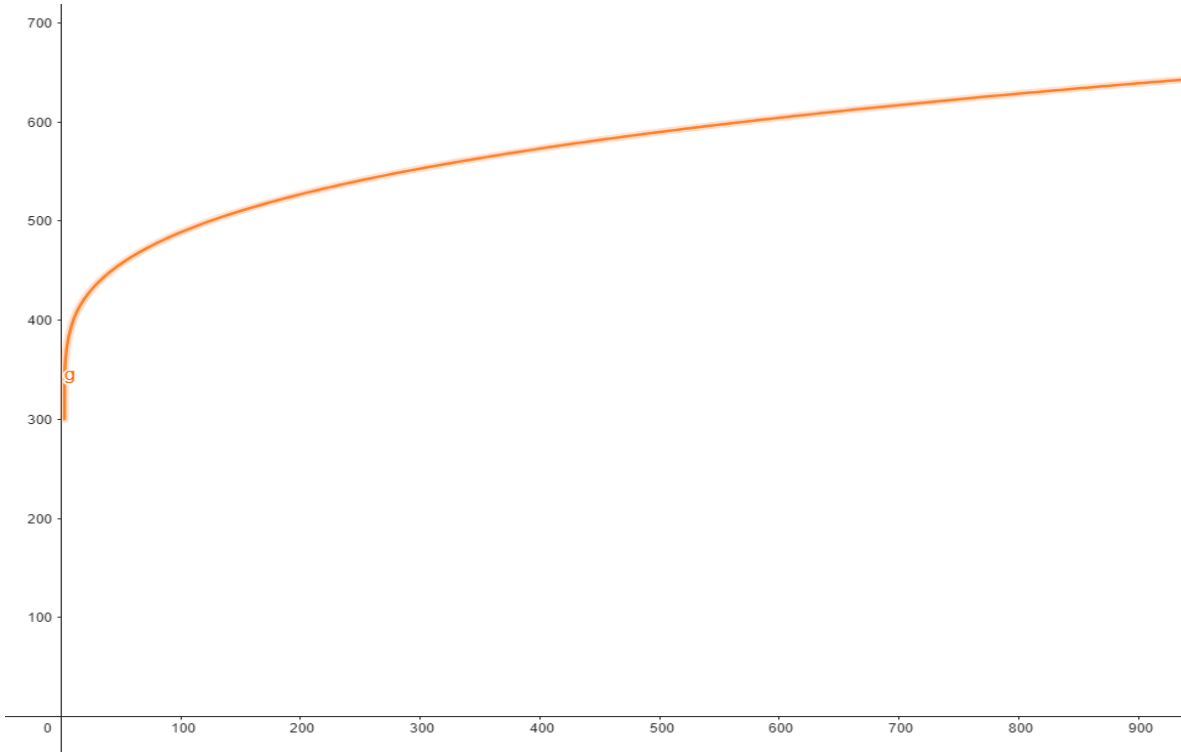


Gráfica 7: Comportamiento productivo de empresa con más tecnología

Fuente: Elaboración propia

En la ecuación (2.20'):

$$C(t) = 50 * \left( \left( \sqrt[1-0.4]{(1 - 0.4) * (0.2^{0.4} * t * \left(\frac{98}{200}\right)^{1-0.4})} \right)^{0.4} \right. \\ \left. * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t*(0.2-1)}}{0.3}} * (0.4 * 102)^{1-0.4-0.3} \right)^{0.4} \right) + 300$$



Gráfica 8: Comportamiento de costos de empresa con más tecnología

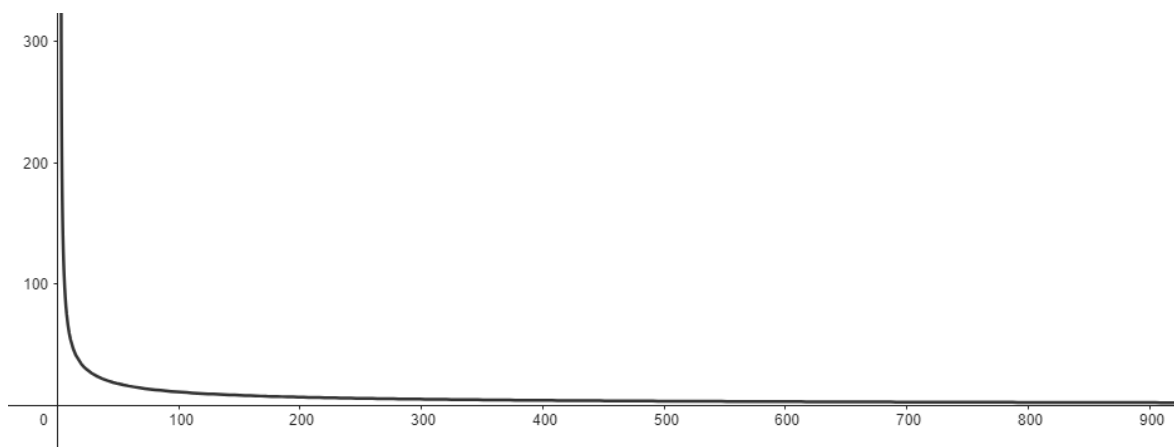
**Fuente:** Elaboración propia

A partir de la gráfica 8, se observa que los costos comienzan desde el nivel determinado por los costos fijos, en este caso, desde un valor inicial de 300, y aumentan rápidamente hasta alcanzar 400. A partir de este punto, entra en juego el efecto de las economías de escala, lo que provoca que el costo crezca a un ritmo muy lento durante un período prolongado de tiempo. Este comportamiento está estrechamente relacionado con el valor del parámetro  $\psi$ , que en este caso es 0.4. Un valor de  $\psi$  menor que 1 indica que la empresa experimenta

economías de escala, ya que el incremento en los costos es moderado a medida que el tiempo avanza, reflejando una mayor eficiencia en la producción en el largo plazo.

En la ecuación (2.22’):

$$C_{me}(t) = \frac{50}{\left( \left( \sqrt[1-0.04]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.4} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t*(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.3} * (0.4 * 102)^{1-0.4-0.3} \right)^{1-0.04}} + \frac{300}{\left( \sqrt[1-0.04]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.4} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t*(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.3} * (0.4 * 102)^{1-0.4-0.3}}$$



Gráfica 9: Comportamiento de costos medios de empresa con más tecnología

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos medios se puede notar que es una función asintota con los ejes de las abscisas (t), decreciente y además  $\lim_{t \rightarrow \infty} C_{me}(t) = 0$ , por lo que, si se piensa en largo plazo, sería buena idea incluir tecnología para reducir costos. Por ejemplo, en  $t = 100$ , el valor del coste medio es 11.33.

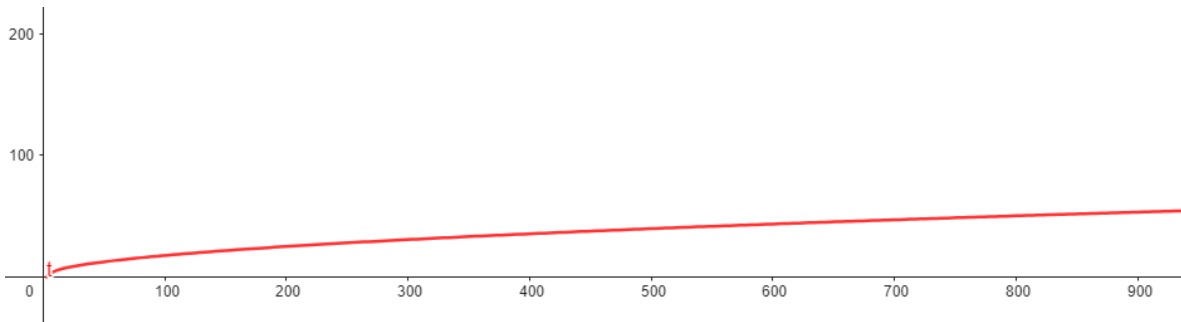
### Caso 2. Empresa con más capital

Empresa con más capital, maquinaria bruta, con producción donde la maquinaria tiene mayor impacto; el área de innovación siendo la segunda más influyente en la elaboración,

a pesar de que cuenta con la misma proporción de trabajadores divididos entre las 2 áreas de trabajo que se supusieron previamente en la empresa.

Ecuación (2.16''):

$$Q(t) = \left( \sqrt[1-0.4]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.3} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.4} * (0.4 * 102)^{1-0.3-0.4}$$



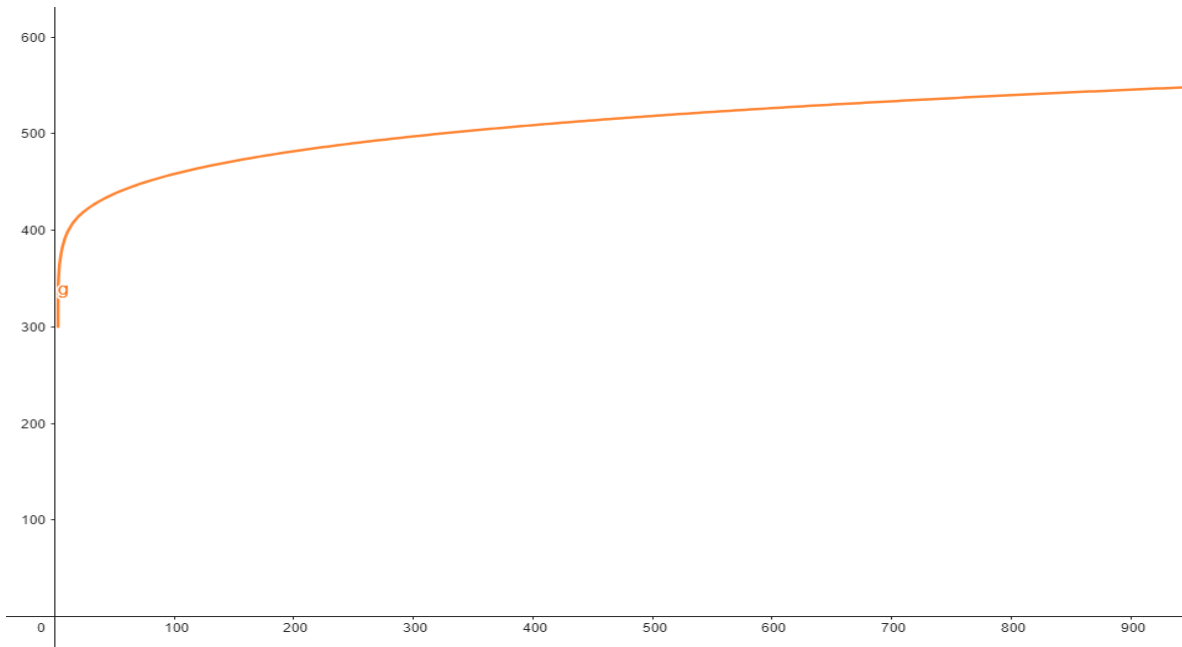
Gráfica 10: Comportamiento de producción de empresa con más capital

Fuente: Elaboración propia

Esta empresa utiliza una porción más baja de tecnología en su producción ( $\alpha = 0.3$ ); el capital siendo en proporción el más utilizado en la fabricación del producto ( $\beta = 0.5$ ). Teniendo similar comportamiento que la empresa 1 en cuanto a producción se refiere, solo que a menor nivel.

En la ecuación (2.20''):

$$C(t) = 50 * \left( \left( \sqrt[1-0.4]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.3} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.4} * (0.4 * 102)^{1-0.4-0.3} \right)^{0.4} + 300$$



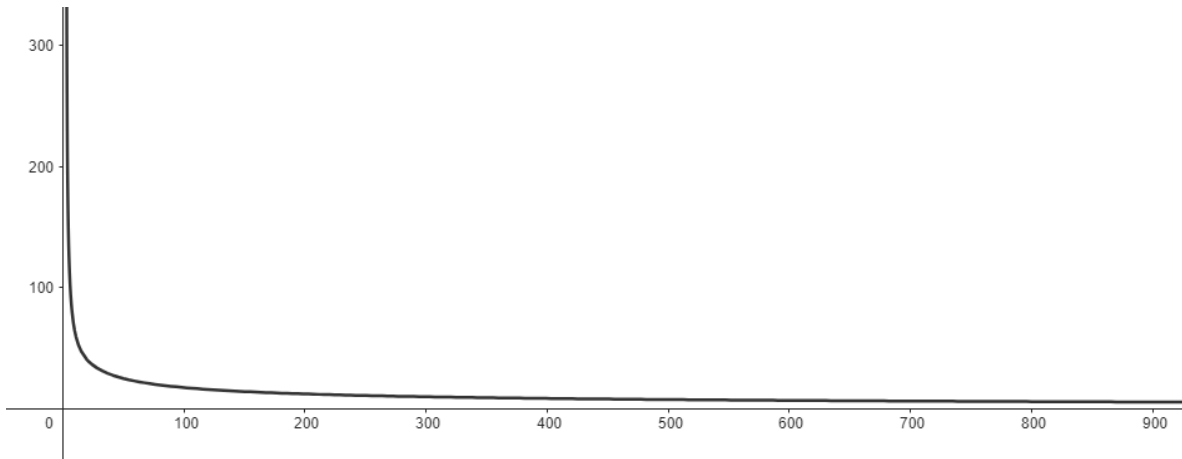
Gráfica 11: Comportamiento de costos de empresa con más capital

Fuente: Elaboración propia

En esta ocasión, los costos totales crecen de manera más lenta, debido a la menor utilización de la tecnología en el proceso de producción. Esto se debe a que la tecnología requiere una inversión significativa, y cuando la tecnología es el principal factor de producción, se necesita una cantidad considerable de recursos financieros para mantenerla actualizada. Sin embargo, este alto costo se compensa con un mayor nivel de producción. Este comportamiento se hace evidente al comparar las ecuaciones (2.16) de las empresas 1 y 2, donde la menor dependencia de la tecnología en la empresa 2 conduce a un crecimiento más lento de los costos, mientras que la mayor utilización de la tecnología en la empresa 1 implica una mayor inversión, pero también una producción más elevada.

En la ecuación (2.22''):

$$C_{me}(t) = \frac{50}{\left( \left( \sqrt[1-0.4]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.3} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t*(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.4} * (0.4 * 102)^{1-0.4-0.3} \right)^{1-0.4}} + \frac{300}{\left( \sqrt[1-0.4]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.3} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t*(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.4} * (0.4 * 102)^{1-0.4-0.3}}$$



Gráfica 12: Comportamiento de costos medios de empresa con más capital

Fuente: Elaboración propia

De manera similar a la empresa 1, la función de costos de la empresa 2 es decreciente y presenta una asíntota en el eje "x", aunque no decrece al mismo ritmo que la de la primera empresa. Esto se debe a la menor utilización de la tecnología en el proceso productivo de la empresa 2, lo que resulta en costos medios más altos en comparación con la empresa 1. En consecuencia, la empresa 1, al aprovechar más intensivamente la tecnología, logra reducir sus costos a un ritmo más acelerado, mientras que la empresa 2 experimenta una reducción más lenta en los costos medios debido a su menor dependencia tecnológica. En este caso en  $t = 100$ , el valor del coste medio es 17.74.

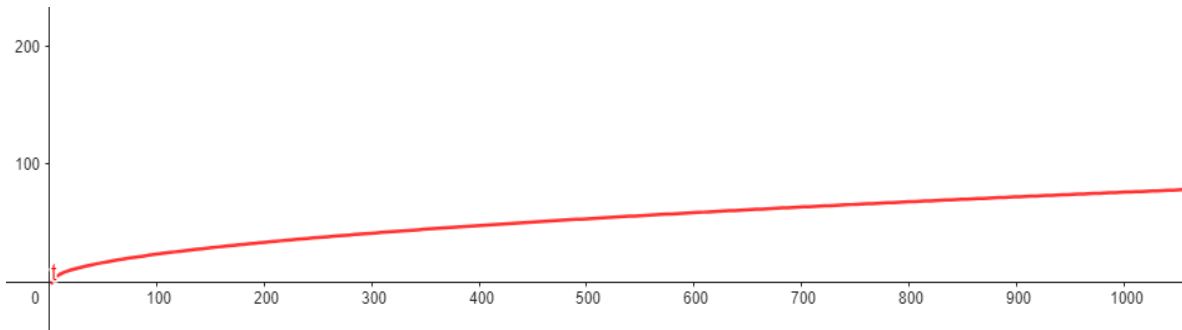


### Caso 3. Empresa con más trabajo

Empresa con más influencia de trabajadores en la línea de producción a comparación del capital y la tecnología, que confía directamente que la mano de obra para la producción de su producto, sin dejar de buscar innovar ( $\gamma = 0.4$ ); pero sin dejar de lado el nivel de capital y la tecnología.

Ecuación (2.16'''):

$$Q(t) = \left( \sqrt[1-0.4]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.3} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.3} * (0.4 * 102)^{1-0.3-0.3}$$



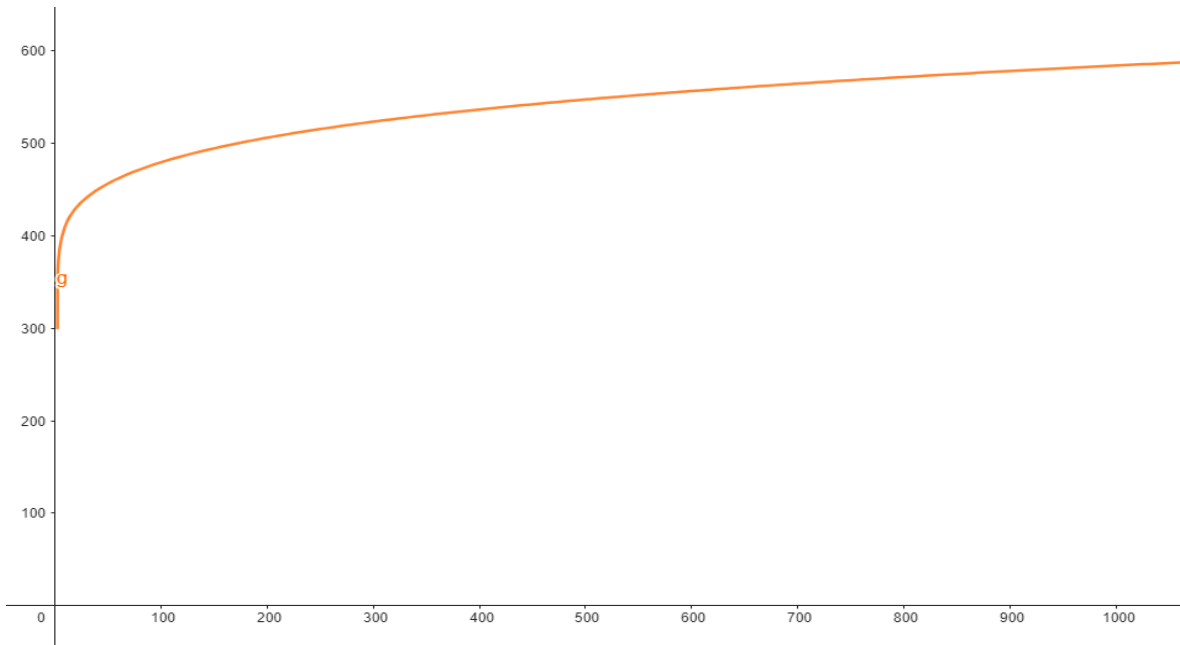
Gráfica 13: Comportamiento productivo de empresa con más trabajo físico en línea de producción.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la curva de producción de la empresa 3 crece a un ritmo más lento que la de la empresa 1, lo que evidencia que la mejora en el nivel de producción es mayor en la primera empresa. Este comportamiento se debe a la menor utilización de la tecnología en el proceso productivo de la empresa 3. Al igual que la empresa 2, esta empresa 3 no es del todo eficiente a comparación de la empresa 1.

En la ecuación (2.20'''):

$$C(t) = 50 * \left( \left( \left( 1 - 0.4 \right) * \left( 0.2^{0.4} * t * \left( \frac{98}{200} \right)^{1-0.4} \right) \right)^{0.3} \right. \\ \left. * \left( \frac{1 - 0.2}{0.3} \sqrt{\frac{0.5 - e^{0.3 * t(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.3} * (0.4 * 102)^{1-0.3-0.3} \right)^{0.4} + 300$$



Gráfica 14: Comportamiento de costos de empresa con más trabajo fisco en línea de producción.

Fuente: Elaboración propia

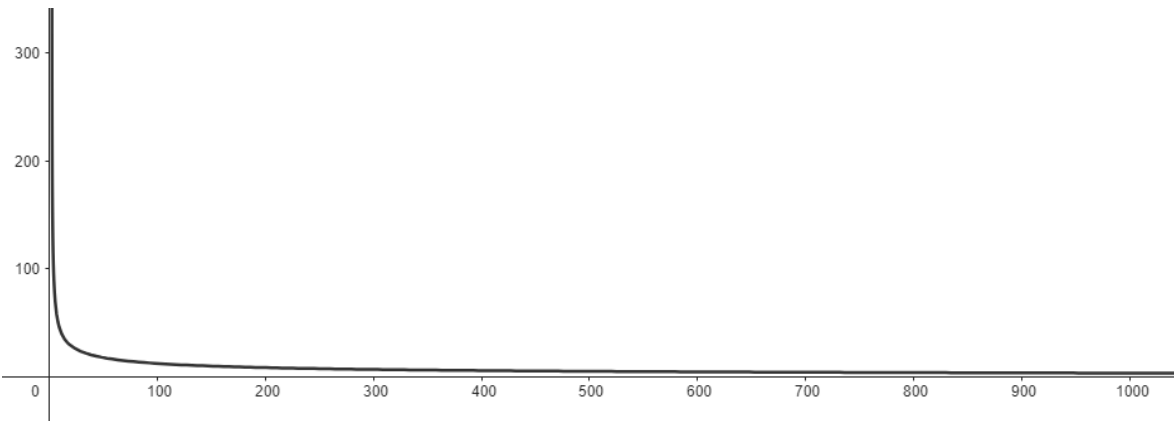
En este caso, se observa que los costos totales de la empresa 3 son mayores que los de la empresa 2, pero menores que los de la empresa 1. Esta diferencia se debe a que la empresa 2 incurre en menores costos totales debido a que la maquinaria utilizada en su proceso productivo permite una reducción significativa de costos, al ahorrar en mano de obra. Además, en la empresa 3, la capacitación de los trabajadores y los salarios juegan un papel crucial, siendo este factor el de mayor peso en su estructura de costos. En el caso de la empresa 1, los costos son más elevados por razones similares a las de la empresa 2, por mayores inversiones en la tecnología.

En la ecuación (2.22'''):

$Cme(t)$

$$= \frac{50}{\left( \left( \sqrt[1-0.4]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.3} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.3} * (0.4 * 102)^{1-0.3-0.3} \right)^{1-0.4}}$$

$$+ \frac{300}{\left( \sqrt[1-0.4]{(1-0.4) * (0.2^{0.4} * t * (\frac{98}{200})^{1-0.4})} \right)^{0.3} * \left( \sqrt[1-0.2]{\frac{0.5 - e^{0.3*t(0.2-1)}}{0.3}} \right)^{0.3} * (0.4 * 102)^{1-0.3-0.3}}$$



Gráfica 15: Comportamiento de costos medios de empresa con más trabajo físico en línea de producción.

Fuente: Elaboración propia

La curva de costos medios en este caso es mucho menor al comienzo que en las 2 empresas anteriores, y a largo plazo se comporta de la misma manera. Esta vez  $t = 100$ , el valor del coste medio es 12.97.

Sin embargo, las empresas difieren notablemente en términos de costos, presentando valores distintos. La empresa cuyo factor predominante es la tecnología registra los costos más elevados, seguida por la empresa donde predomina el trabajo humano, y, finalmente, la que se centra en el capital. Esto se debe a que el trabajo humano genera los mayores costos en la producción, especialmente cuando la tecnología no se implementa, lo que impide la automatización de tareas o la reducción de la necesidad de mano de obra intensiva. Los salarios, la capacitación y los beneficios representan costos significativos, y a

medida que la producción aumenta, los costos por trabajador no decrecen de manera proporcional, lo que resulta en un mayor impacto en los costos medios.

Sería conveniente ilustrar el comportamiento de las funciones de costos y producción para identificar cuál sería el enfoque óptimo que una empresa debería seguir. De esta manera, se podría determinar si es más eficiente priorizar la tecnología, el capital o el trabajo humano en su proceso productivo. Este análisis permitiría evaluar las trayectorias más rentables y sostenibles, según el impacto de cada factor en la producción y los costos.

**Tabla 4.**  
**Resultados de influencia tecnológica**

<b><math>t = 100</math></b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>
<b>Producción</b>	27.63	17.80	24.19
<b>Costos Medios</b>	11.33	17.74	12.97
<b>Costos Totales</b>	488.61	458.18	478.85

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que, en el tiempo igual a 100, la Empresa 1 es la mayor productora, lo cual resulta conveniente a largo plazo, conforme a lo expuesto en el capítulo 2. Dado que la demanda crece con el tiempo, es fundamental que la producción sea capaz de satisfacerla de manera eficiente. En este sentido, la Empresa 1, que incorpora de manera más significativa la tecnología en su proceso productivo, se presenta como la opción más adecuada para cumplir con este objetivo.

En términos de costos medios, se observa que la Empresa 1, a pesar de ser la que produce a un nivel más alto, también presenta costos medios más bajos en comparación con las otras dos empresas. Esto se debe al uso de la tecnología, por esta razón logra una mejor eficiencia. Por otro lado, en términos de costos totales, la empresa 1 es la que presenta los valores más altos. Sin embargo, esto es coherente, ya que es la empresa que produce más y utiliza más el factor tecnológico en su producción, en consecuencia, requiere una mayor inversión tanto en tecnología como en otros factores productivos. Este elevado nivel de producción y uso mayoritario de la tecnología justifica sus mayores costos totales, dado que su modelo de operación está orientado hacia una escala de producción superior, lo que implica mayores desembolsos iniciales para mantener y expandir su capacidad productiva.

Siguiendo con la empresa 2, se puede notar que es la que menor producción posee, además teniendo los mayores costos medios, pero también tiene los costos totales más bajos. El capital, aunque es un recurso importante, no siempre se traduce en una alta producción inmediata. Si la tecnología no acompaña o si el uso del trabajo humano es limitado, el capital por sí solo no incrementa la producción significativamente. Esto podría explicar por qué esta empresa tiene una menor producción comparada con las otras. Los costos medios altos es debido a la baja productividad, el capital puede ser costoso en términos de adquisición y mantenimiento, pero si no genera suficiente producción, el costo medio se incrementa.

Ahora, esta empresa tiene los menores costos totales, lo cual podría deberse a que, aunque usa mayormente el capital, este se amortiza de manera más eficiente o a largo plazo. El capital, como maquinaria o infraestructura, puede representar una inversión inicial fuerte, pero una vez realizada, los costos de operación adicionales podrían ser relativamente bajos comparados con empresas que dependen más de la tecnología (que requiere innovación continua) o el trabajo humano (que genera costos recurrentes).

Continuando con la empresa 3 es cierto que tiene buen nivel de costos medios y buen nivel de producción, el problema con la producción sigue siendo el mismo que en la empresa 2, no es lo suficientemente eficiente. Esta empresa tiene una producción intermedia y, aunque tiene menores costos totales que la empresa 1, tiene mayores costos medios que la empresa 1 debido a su menor eficiencia relativa. El trabajo humano genera costos variables significativos (salarios, beneficios) y, aunque puede tener menores costos de capital, la productividad es limitada por la capacidad humana. Además, en este tipo de empresas puede influir la llamada ley de rendimientos decrecientes, por ejemplo<sup>29</sup>: un restaurante aumenta su plantilla para atender a una mayor afluencia de clientes. La incorporación de un nuevo camarero puede generar un beneficio extra, pero la producción aumentará menos con cada nuevo trabajador que se incorpore.

Para resumir: la empresa 1 tiene la mayor producción, porque la tecnología mejora la eficiencia y la rapidez con la que se producen bienes o servicios. Sin embargo, los costos totales son mayores, porque la tecnología requiere constante actualización e inversión. A pesar de esto, los costos medios son más bajos porque la producción es alta, lo que diluye los costos fijos. La empresa que usa mayormente capital tiene bajos costos totales porque, una vez adquiridos los activos de capital, sus costos variables y recurrentes son menores en comparación con empresas que dependen de tecnología o trabajo humano. Sin embargo, su baja producción genera costos medios altos, ya que no produce lo suficiente para diluir esos costos iniciales, lo que explica la curiosa combinación de altos costos medios y bajos costos totales. La empresa 3, donde se utiliza más el capital humano tiene unos costos totales altos debido a que los costos salariales y otros gastos asociados tienden a ser más constantes o a incrementarse ligeramente, lo que genera costos totales más altos en comparación con la empresa que prioriza el capital y no tan bajos en comparación con la empresa 1.

En conclusión, el factor tecnológico en la empresa 1 permite una producción más alta y costos medios más bajos, pero conlleva costos totales altos debido a la alta inversión en tecnología. La empresa 3, que utiliza más el trabajo humano, mantiene una producción alta y costos medios relativamente bajos, pero sin la eficiencia de la tecnología incurren en costos totales altos. Finalmente, la empresa 2, que depende del capital, tiene los costos

---

<sup>29</sup> Ejemplo de: Captor, E. (2022). *Ley de Rendimientos Decrecientes*.

medios más altos y los costos totales más bajos, esto debido a que su producción no es lo suficientemente efectiva en el largo plazo.

## Conclusiones

Este análisis ha demostrado que, bajo ciertas condiciones, una empresa puede ser el único proveedor de un mercado sin comprometer el bienestar social. Sin embargo, para sostener esta posición en el largo plazo, es esencial que la empresa logre avances tecnológicos constantes y modernice su línea de producción con el fin de reducir costos y preservar las barreras naturales que justifican su existencia.

El estudio también permitió examinar diferentes tipos de monopolios, destacando por qué solo uno de ellos puede ser beneficioso tanto para el productor como para los consumidores. Este tipo de monopolio, denominado "Monopolio Natural Avanzado", mantiene la propiedad de subaditividad, una característica que solo puede sostenerse en el contexto de una estructura naturalmente monopolística.

Asimismo, es imperativo que el productor promueva el bienestar común a través de la innovación y el progreso tecnológico. Si la empresa se enfoca exclusivamente en maximizar sus ganancias sin incorporar mejoras tecnológicas, podría verse desplazada o forzada a converger hacia un mercado oligopólico, lo que representaría un perjuicio mayor para los consumidores en comparación con un monopolio natural bien gestionado.

La tecnología, en consecuencia, se confirma como un factor fundamental para alcanzar una mayor eficiencia productiva y reducción de costos. Lejos de ser un elemento del pasado, la innovación ha sido crucial en los últimos años, generando un impacto positivo en el desarrollo económico y social, como se evidencia en el modelo presentado.

## Bibliografía

1. Accinelli, E., & Tenorio, L. O. (2012). *Monopolios naturales y tecnología*. Ensayos Revista de Economía. <https://doi.org/10.29105/ensayos31.1-4>
2. Alava, Valeria. (2018). *Economías a Escala*.
3. Armentano, Dominick. (1999). *The Immortality of Antitrust Law*. The independent institute. <https://www.independent.org/news/article.asp?id=243>
4. Baumol, W., J. Panzar y R. Willig. (1982). *Contestable Markets and The Theory of Industry Structure*. HBJ.
5. Díaz-Andreu, F. (2021). *Monopolios tecnológicos - Otras Políticas*. Otras Políticas. <https://www.otraspoliticas.com/politica/monopolios-tecnologicos/>
6. Estrada, R. (2021). *Xerox 914, la revolución de la primera fotocopiadora de la historia*.
7. FasterCapital. (sin año). *Concentración del mercado revelando los actores poderosos en los mercados monopolístico*. <https://fastercapital.com/es/contenido/Concentracion-del-mercado--revelando-los-actores-poderosos-en-los-mercados-monopolisticos.html#La-importancia-de-identificar-actores-poderosos-en-mercados-monopol-sticos>
8. FasterCapital. (sin año). *Industria Tecnológica* <https://fastercapital.com/es/palabra-clave/industria-tecnol%C3%B3gica.html>
9. Fortún, M. (2022). *Triángulo de Harberger* <https://economipedia.com/definiciones/triangulo-de-harberger.html>



10. Gallardo, José. (1999). *Disyuntivas en la teoría normativa de la regulación: el caso de los monopolios naturales*.
11. Greco, Esteban M. (2015). *Apuntes sobre teoría del Monopolio*.
12. Hall, Mark. (2024). *Intel, American Company*.  
<https://www.britannica.com/money/Intel>
13. INEGI. *Población. Esperanza de vida*. (s. f.).  
<https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P>
14. J. Pablo. (2024). *CeCo / Monopolio natural*.  
<https://centrocompetencia.com/monopolio-natural/>
15. Labini, Sylos. (1964) *Oligopolio y progreso técnico*.
16. Núñez-Lagos, Jorge. Colussi, Aldo. (2020). *Economías de crecimiento: Modelos y su Aplicabilidad practica en referencia a Alemania Y Chile*.
17. Portal Académico del CCH. (2023, 3 julio). *Crecimiento poblacional*.  
<https://portalacademico.cch.unam.mx/biologia2/impacto-actividad-humana/crecimiento-poblacional>
18. Portal ciudadano del Gobierno del Estado de México. *Día Mundial del Internet*. (s. f.).  
[https://edomex.gob.mx/dia-telecomunicaciones#:~:text=La%20World%20Wide%20Web%20\(WWW,de%20Texas%20en%20San%20Antonio](https://edomex.gob.mx/dia-telecomunicaciones#:~:text=La%20World%20Wide%20Web%20(WWW,de%20Texas%20en%20San%20Antonio)
19. Quiroa, Myriam. (2022). *Tipos de monopolio*. *Economipedia*.  
<https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-monopolio.html>

20. Riquelme, R. (2017). México, uno de los más expuestos al trabajo autómatas. *El Economista*.
21. Robinson, E. (s. f.). *Monopolio* (1968). <https://www.iberlibro.com/monopolio-eag-robinson-E.A.G-Fondo-Cultura/30969813273/bd>
22. Romer. Paul M. (1991) *El Cambio Tecnológico Endógeno*. Jstor. (s. f.).  
<https://www.jstor.org/stable/23397462>
23. Rodríguez, Laura & Vargas, José. (2020). *Ventaja competitiva de Intel en el segmento de los microprocesadores*.  
<https://www.redalyc.org/journal/5518/551865938007/html/>
24. Schumpeter, Joseph. (2003). *Capitalism, Socialism, and Democracy*
25. Segura Julio (1993). *Teoría de la economía industrial*. (s. f.).
26. Solow, Robert. (1956). *A contribution to the theory of economic growth*.
27. Stiglitz, Joseph. (2000). *La Economía del Sector Público*.
28. Susnjara, Stephanie. Smalley, Ian. (2024). *¿Qué es un mainframe?*  
<https://www.ibm.com/mx-es/topics/mainframe>
29. Tenorio, Leonardo. Elvio, A. G. (2012b). *Monopolio natural dinámico*.  
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/1402>
30. Varian, Hal. (1992). *Análisis Microeconómico*.
31. Williamson, O. E. (1968). *Economies as an Antitrust Defense: The Welfare Tradeoffs*.  
*The American Economic Review*, 58(1), 18–36.

