



Universidad de Burgos
Escuela Politécnica Superior
Ingeniería de Organización Industrial
Enero 2014

ALUMNO:
GONZALO
TOBAR
ALTABLE

ESTUDIO DE DINÁMICAS DE PRECIOS EN
DIFERENTES ESTRUCTURAS DE MERCADO
BAJO HIPÓTESIS DISTINTAS A LAS
REALIZADAS EN LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA



Tutores:

Dr. D. Luis R. Izquierdo Millán
Dr. D. José Manuel Galán Ordax
Dr. D. José Ignacio Santos Martín



AGRADECIMIENTOS:

A mis tutores Josema, Nacho y en especial a Luis, por su disposición en todo momento a guiarme en la realización de este proyecto y a resolver las dudas y cuestiones que han surgido. He estado encantado de trabajar con ellos. Es fácil entenderse con gente que muestra tanto interés en que sus alumnos aprendan lo máximo posible.

A mi familia y amigos por su apoyo durante estos meses y la confianza mostrada en todo momento.

A mis compañeros de clase, con quien he vivido una gran cantidad de experiencias, y que se han convertido algunos de ellos en amigos que me llevo de la Universidad para toda la vida.

A los profesores que se han esforzado por transmitirme sus conocimientos de la mejor forma posible durante estos años.

Gracias a todos.



ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Objetivo del proyecto.....	8
1.2. Metodología a emplear.....	8
1.3. Fases de realización del proyecto.....	9
1.4. Estructura del documento.....	10
1.5. Principales conclusiones obtenidas.....	11
2. INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA.....	13
2.1. Contexto de la economía.....	13
2.2. Economía, macroeconomía y microeconomía.....	13
2.2.1. Microeconomía.....	14
2.2.2. Macroeconomía.....	14
2.3. Mercado, tipos de estructuras de mercado.....	15
2.4. Oferta, demanda y equilibrio competitivo.....	17
2.4.1. Curva de oferta.....	17
2.4.2. Curva de demanda.....	17
2.4.3. Equilibrio competitivo.....	17
2.4.4. Elasticidad de la oferta y la demanda.....	18
2.5. Teoría Económica Neoclásica y otras teorías.....	19
3. ESTRUCTURAS DE MERCADO SEGÚN LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA.....	24
3.1. Objetivo general de las empresas: maximización de beneficios.....	24
3.1.1. Fundamento de este objetivo.....	24
3.1.2. Decisión de producción maximizadora de los beneficios.....	25
3.2. Excedente del consumidor y el productor y eficiencia del mercado.....	27
3.3. Estructuras de mercado.....	28
3.4. Competencia perfecta.....	29
3.4.1. Supuestos fundamentales.....	29



3.4.2.	Elección del nivel de producción a corto plazo.	31
3.4.3.	Curva de oferta de la empresa y de la industria a corto plazo.....	35
3.4.4.	Elección del nivel de producción a largo plazo y equilibrio competitivo.....	36
3.4.5.	Análisis de los excedentes y el bienestar social.	38
3.4.5.1.	Establecimiento de un precio inferior al de equilibrio.....	39
3.4.5.2.	Aranceles y contingentes.	40
3.4.5.3.	Efecto de un impuesto.....	41
3.5.	Monopolio.....	44
3.5.1.	Características.	44
3.5.2.	Decisión de producción maximizadora de beneficios.....	45
3.5.3.	Poder de monopolio y fuentes de poder.....	46
3.5.4.	Análisis de los excedentes y el bienestar social.	49
3.6.	Monopsonio.	51
3.6.1.	Características.	51
3.6.2.	Decisión de compra del monopsonista.....	51
3.6.3.	Poder de monopsonio y fuentes de poder.	53
3.6.4.	Análisis de los excedentes y el bienestar social.....	55
3.6.5.	Monopolio bilateral.....	56
3.7.	Competencia monopolística.....	56
3.7.1.	Características.	56
3.7.2.	Decisión de producción a corto y largo plazo.....	57
3.7.3.	Análisis de excedentes y bienestar social.....	58
3.8.	Oligopolio.	59
3.8.1.	Características.	59
3.8.2.	Equilibrio de un mercado oligopolístico: equilibrio de Nash.	59
3.8.3.	Modelos para el análisis del oligopolio.....	60
3.8.3.1.	Modelo de Cournot.	60
3.8.3.2.	Modelo de Stackelberg.	63
3.8.3.3.	Modelo de Bertrand.	64



3.8.3.4. Modelo de competencia basada en precios con productos diferenciados.	65
3.8.3.5. Modelo de la empresa dominante.	66
3.8.4. Cárteles.	68
3.8.5. Acuerdos implícitos.	70
3.8.5.1. Rigidez de los precios.	70
3.8.5.2. Señales y liderazgo de precios.	71
3.8.6. Teoría de juegos y oligopolio.	72
3.8.6.1. Tipos de juegos.	72
3.8.6.2. Tipos de estrategias.	72
3.8.6.3. Dilema del prisionero.	74
3.8.6.4. Juegos consecutivos, credibilidad.	75
4. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE MERCADO BASADOS EN AGENTES.	79
4.1. Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes.	79
4.1.1. Introducción al proceso de modelado científico.	80
4.1.2. Modelado computacional de sistemas complejos y simulación computacional.	81
4.1.3. Simulación basada en agentes.	84
4.1.4. Plataforma para modelado basado en agentes: Netlogo.	85
4.2. Modelos implementados.	88
4.2.1. Modelo de duopolio 1.	89
4.2.1.1. Características del modelo.	89
4.2.1.2. Explicación del modelo.	90
4.2.1.3. Síntesis de las variables de entrada y de salida.	97
4.2.2. Modelo de duopolio 2.	98
4.2.2.1. Características del modelo.	98
4.2.2.2. Explicación del modelo.	99
4.2.2.3. Síntesis de las variables de entrada y de salida.	103
4.2.3. Modelo de monopolio.	103
4.2.3.1. Características del modelo.	103
4.2.3.2. Explicación del modelo.	104



4.2.3.3.	Síntesis de las variables de entrada y de salida.....	109
4.3.	Análisis de los modelos y conclusiones obtenidas.....	110
4.3.1.	Intervalos de confianza a partir de las simulaciones.....	110
4.3.2.	Análisis del modelo de duopolio 1.....	111
4.3.2.1.	Análisis del algoritmo implementado.	111
4.3.2.2.	Efecto de la presencia o ausencia de ruido.	116
4.3.2.3.	Conclusiones.....	118
4.3.3.	Análisis del modelo de duopolio 2.....	120
4.3.3.1.	Efecto de la fijación de la cantidad por turnos aleatorios.	120
4.3.3.2.	Efecto de la agresividad con la que los vendedores modifican la cantidad vendida.....	125
4.3.3.3.	Conclusiones.....	126
4.3.4.	Análisis del modelo de monopolio.....	128
4.3.4.1.	Efecto de la demanda dinámica.	128
4.3.4.2.	Efecto de la posibilidad de que compradores esperen.	134
4.3.4.3.	Conclusiones.....	136
4.4.	Líneas futuras de investigación.....	138
5.	PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO.....	141
5.1.	Planificación.....	141
5.1.1.	Esquema de descomposición del trabajo (EDT).....	141
5.1.2.	Diagrama de Gantt.	142
5.1.3.	Hitos y fechas objetivo.....	144
5.1.4.	Gantt de seguimiento.....	144
5.2.	Presupuesto.	146
6.	BIBLIOGRAFÍA.	148

1-INTRODUCCIÓN.



1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo, se pretende dar un enfoque general del proyecto, detallando el objetivo del mismo, la metodología a emplear, las principales fases de su realización y las conclusiones más importantes que se han obtenido, así como justificar la estructura que sigue el presente documento.

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO.

El objetivo del proyecto es estudiar las dinámicas de precios que pueden surgir en diferentes estructuras de mercado (i.e. competencia perfecta, oligopolio, oligopsonio, monopolio y monopsonio) aplicando suposiciones diferentes a las que se realizan en la Economía Neoclásica. Por ejemplo, en situaciones en las que los agentes del mercado no cuentan con información perfecta sobre el resto de participantes o en las que se asume su racionalidad limitada.

De esta forma se pretenden conseguir unos resultados más cercanos al comportamiento humano y circunstancias existentes en la realidad, que se compararán con los que predice la teoría Neoclásica.

1.2. METODOLOGÍA A EMPLEAR.

Para el análisis que se ha realizado, se han supuesto unas hipótesis distintas y menos restrictivas que las que realiza la Economía Neoclásica. Como consecuencia, el tratamiento analítico del problema que se desea estudiar resultaría muy complejo y laborioso. Por ello, se ha decidido emplear la simulación computacional para facilitar la consecución del objetivo del proyecto. Esto permite incluir premisas y tomar hipótesis de trabajo menos restrictivas a las de un modelo matemático tradicional, manteniendo su rigor formal, pero a su vez creando modelos que son capaces de ejecutarse a gran velocidad en un ordenador.

Concretamente, la técnica de modelado que se va a utilizar es la simulación basada en agentes. Esta técnica, que ha demostrado ser muy útil para modelizar sistemas complejos, en especial sociales, se basa en el reconocimiento explícito de que los sistemas complejos son producto de comportamientos individuales y de sus interacciones. Los agentes del modelo son, en mayor o menor grado, autónomos,



heterogéneos e independientes y son capaces de interactuar entre sí y con su entorno, tal y como ocurre en las diferentes estructuras de mercado que se pretenden analizar.

1.3. FASES DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

Las tareas fundamentales del proyecto son:

- a. Establecer un marco general en el que ubicar las distintas estructuras de mercado donde se intercambia un producto homogéneo en función del número de ofertantes y demandantes, y de las barreras de entrada.
- b. Estudiar las predicciones sobre dinámicas de precios y excedentes que se hacen en la Economía Neoclásica, teniendo en cuenta las hipótesis sobre las que descansan dichas predicciones.
- c. Desarrollar un algoritmo de comportamiento razonable que oferentes y demandantes podrían llevar a cabo en condiciones de información imperfecta o racionalidad limitada.
- d. Desarrollar e implementar un modelo formal en el que los agentes del mercado utilicen el algoritmo desarrollado en el punto anterior. Este modelo se codificará en la plataforma para modelado basado en agentes *NetLogo*.
- e. Analizar mediante análisis matemático (e.g. usando teoría de juegos y cálculo matemático) y simulación computacional (e.g. usando el modelado basado en agentes) el modelo desarrollado en el punto anterior.
- f. Comparar los resultados obtenidos con el modelo computacional (en el que no se presupone información perfecta) con los resultados teóricos presentes en la literatura Económica para el caso de información perfecta. Esta comparación tendrá en cuenta tanto dinámicas de precios como de excedentes.



1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.

La memoria está organizada de la siguiente forma: en el capítulo 2 se incluye una introducción a la Economía en general, y particularmente a la Economía Neoclásica, comparándola con otras teorías económicas existentes. Este capítulo sirve para contextualizar el marco en el que se encuadra la investigación realizada y para introducir algunos de los aspectos básicos de la teoría económica, sobre los que se asentará el desarrollo teórico de los capítulos posteriores.

El capítulo 3 resume el análisis que realiza la Economía Neoclásica acerca de las diferentes estructuras de mercado, prestando especial atención a las hipótesis empleadas, y a las predicciones sobre dinámicas de precios y excedentes que se desprenden de dichas suposiciones. Los contenidos de este capítulo son la base para comprender cómo funcionan las diferentes estructuras de mercado según la Economía Neoclásica, y a partir de ellos se decide qué hipótesis van a ser modificadas y en qué estructuras de mercado se centrará la atención.

En el capítulo 4 se describen detalladamente los modelos computacionales creados, qué estructuras de mercado simulan, las hipótesis que emplean, los algoritmos desarrollados y las diferentes opciones que implementan. A continuación se recogen los resultados obtenidos mediante la ejecución de los modelos, y se explican las conclusiones extraídas mediante su comparación con las predicciones que se describen en el capítulo previo.

El capítulo 5 incluye la planificación del proyecto, tanto en el aspecto temporal como económico. En él se muestran las diferentes tareas que lo componen, así como sus duraciones y relaciones. Posteriormente aparece el seguimiento realizado de la ejecución de esas tareas, y las variaciones en su duración. Al final del capítulo se recoge el presupuesto estimado del proyecto.

Por último, en el apartado 6 se citan las fuentes bibliográficas consultadas para el desarrollo de la investigación y la elaboración de este documento.



1.5. PRINCIPALES CONCLUSIONES OBTENIDAS.

Aunque en el capítulo 4 se detallan las conclusiones que se extraen de cada modelo, se incluyen aquí brevemente aquellas que son más significativas:

Se ha considerado un mercado en duopolio, donde dos vendedores venden un producto homogéneo, tienen una información limitada, y eligen a la vez las cantidades que ponen a la venta en cada periodo. Establecen las cantidades que venden mediante una regla muy sencilla, continuando la variación de la cantidad en el mismo sentido (aumentándola o disminuyéndola) mientras genere un aumento de beneficios y cambiando este sentido cuando éstos disminuyen. Las dinámicas de precios, los beneficios obtenidos y los excedentes convergen hacia unos valores similares a los de la situación colusoria, es decir, aquella en la que las empresas establecen un acuerdo (ilegal) para establecer unos precios muy elevados y obtener los mayores beneficios posibles.

Por otra parte, se ha modificado ligeramente el modelo anterior, incluyendo la posibilidad de que las empresas se turnen aleatoriamente para establecer las cantidades que ponen a la venta. Aunque el resto de suposiciones son similares, los resultados obtenidos cambian considerablemente, pues en esta ocasión la convergencia se da hacia el equilibrio de Cournot-Nash. En este equilibrio, cada empresa obtiene el mejor resultado posible dado el que obtiene su competidora. En él, los beneficios obtenidos son menores a los de la situación colusoria, aunque mayores que en un mercado perfectamente competitivo.

Por último, se ha tomado un mercado en monopolio y se ha tratado de aproximar su comportamiento a la realidad evaluando las consecuencias que tiene considerar una demanda dinámica. Lo que genera esta variabilidad de la demanda es una incertidumbre en el monopolista a la hora de establecer el precio de su producto. Si la información del vendedor es limitada y no conoce este comportamiento de la curva de demanda, le será difícil encontrar el precio idóneo en cada periodo, y alternará algunos periodos con unos beneficios elevados, con otros con unos beneficios mucho menores a los que podría obtener.

2-INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA.



2. INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA.

Este capítulo comienza con la introducción de algunos de los conceptos básicos de la economía. A continuación se detallan los postulados fundamentales de la Teoría Económica Neoclásica, que se compara brevemente con otras teorías existentes.

De esta forma, se elabora un marco general para encuadrar la investigación realizada y se sintetizan las bases sobre las que se asentará el desarrollo teórico de los siguientes capítulos.

2.1. CONTEXTO DE LA ECONOMÍA.

El lanzamiento o no de un nuevo producto, la estrategia de marketing a emplear, la política de precios o la selección de proveedores son algunos ejemplos de decisiones estratégicas a tomar en una empresa y que tienen un impacto muy relevante en el éxito de la actividad que desarrolla.

Para tomar las decisiones más adecuadas, se requiere un profundo conocimiento del mercado al que pertenece la empresa o de aquel al que tiene intención de acceder: el número de empresas existentes, su cuota de mercado, las barreras de entrada o de salida, las estructuras de costes de las empresas, la demanda por parte de los consumidores, etc.

Además, para el desarrollo de su actividad, las organizaciones deben distribuir los recursos y capacidades de que disponen de manera eficaz y eficiente, de forma que les permita cumplir la misión para la que fueron creadas. En la mayoría de los casos, uno de los objetivos principales es generar riqueza.

En todos los aspectos mencionados anteriormente, así como en otros muchos de la actividad empresarial y de la vida cotidiana, la economía juega un papel clave.

2.2. ECONOMÍA, MACROECONOMÍA Y MICROECONOMÍA.

Según Marshall, "la economía es la ciencia social que trata de explicar la generación de riqueza y su distribución". También podemos decir que la economía trata de asignar recursos escasos a usos alternativos para satisfacer las necesidades humanas.



La economía puede dividirse en dos grandes campos¹: la microeconomía y la macroeconomía, siendo la primera de ellas la que recoge el ámbito en el que se va a desarrollar el presente proyecto.

2.2.1. Microeconomía.

La microeconomía se ocupa de la conducta de unidades económicas individuales. Estas unidades son los consumidores, los trabajadores, los inversores, los propietarios del terreno, las empresas, etc; en definitiva, cualquier individuo o entidad que desempeñe algún papel en el funcionamiento de la economía.

La microeconomía explica cómo y por qué estas unidades toman decisiones económicas. Por ejemplo, explica cómo deciden sus compras los consumidores, cómo influyen en sus decisiones las variaciones de los precios y de las rentas o cómo deciden las empresas el número de trabajadores que contratan.

También trata acerca del modo en que se interrelacionan las unidades económicas y forman unidades mayores, es decir, cómo se organizan los mercados y las industrias. Estudiando la conducta y la interrelación de las empresas y los consumidores, la microeconomía revela cómo funcionan las industrias y los mercados, por qué se diferencian unos de otros y cómo les afecta la política de los gobiernos y la situación económica general.

2.2.2. Macroeconomía.

La macroeconomía se ocupa de las cantidades económicas agregadas, como el nivel y la tasa de crecimiento de la producción nacional, los tipos de interés, el desempleo o la inflación.

Sin embargo, la macroeconomía también implica análisis de los mercados, por ejemplo, los mercados agregados de bienes y servicios o de trabajo. Para comprender cómo funcionan estos mercados agregados, hemos de comprender en primer lugar la conducta de las empresas, los consumidores, los trabajadores y los inversores que los integran.



2.3. MERCADO, TIPOS DE ESTRUCTURAS DE MERCADO.

Podemos dividir las unidades económicas en dos grandes grupos según su función: compradores y vendedores. Son compradores los consumidores, que compran bienes y servicios, y las empresas, que compran trabajo, capital y materias primas que utilizan para producir bienes y servicios. Los vendedores son las empresas, que venden sus bienes y servicios; los trabajadores, que venden sus servicios de trabajo; y los propietarios de los recursos, que arriendan o venden sus recursos a las empresas. Por tanto, la mayoría de las personas y empresas podrán actuar como compradoras o vendedoras, según el caso.

Un mercado es un conjunto de compradores y vendedores que, por medio de sus interacciones reales o potenciales, determinan el precio de un producto o de un conjunto de productos.

La estructura del mercado es la descripción del comportamiento de los compradores y vendedores existentes en una industria, es decir, un conjunto de empresas que producen bienes y servicios homogéneos o cercanos.

De forma general, la estructura del mercado de un determinado sector de actividad económica depende de cuatro elementos básicos ²:

- El número de empresas presentes en la industria.
- Las condiciones de la demanda.
- La tecnología de producción que determina los costes.
- Las condiciones de acceso al mercado.

Atendiendo a dichos elementos, los tipos de estructura de mercado se pueden clasificar en:

- Competencia perfecta: Una estructura de mercado teórica caracterizada por la inexistencia de barreras de entrada y un número muy elevado de productores y consumidores que intercambian productos homogéneos.



- Competencia monopolística: En la cual hay gran cantidad de empresas, cada una con una pequeña proporción de la cuota de mercado y productos ligeramente diferenciados.
- Oligopolio: Es un mercado formado por un número reducido de empresas que controlan la mayor parte de la cuota de mercado.
- Monopolio: En el cual únicamente existe un productor de los bienes o servicios.
- Oligopsonio: Es un mercado en el que hay muchos vendedores, pero un reducido número de compradores.
- Monopsonio: Donde hay varios vendedores pero únicamente un comprador.

Estructura de mercado	Número de vendedores	Número de compradores	Barreras de entrada para los vendedores	Barreras de entrada para los compradores	Tipo de productos
Competencia perfecta	Muchos	Muchos	No	No	Homogéneos
Competencia monopolística	Muchos	Muchos	No	No	Ligeramente diferenciados
Oligopolio	Pocos	Muchos	Sí	No	Homogéneos o diferenciados
Monopolio	Uno	Muchos	Sí	No	Único producto
Oligopsonio	Muchos	Pocos	No	Sí	Homogéneos o diferenciados
Monopsonio	Muchos	Uno	No	Sí	Homogéneos o diferenciados

Tabla 2.1. Clasificación de las diferentes estructuras de mercado.



2.4. OFERTA, DEMANDA Y EQUILIBRIO COMPETITIVO.

2.4.1. Curva de oferta.

La oferta de una empresa depende de multitud de variables, como el precio, los costes de los factores productivos, la tecnología disponible, el número de vendedores...

La curva de oferta muestra la cantidad que están dispuestos los productores a vender de un bien a un precio dado, manteniendo constantes los demás factores que pueden afectar a la cantidad ofrecida. Se trata de una curva con pendiente positiva, es decir, cuanto más alto es el precio, más pueden y quieren producir y vender las empresas.

2.4.2. Curva de demanda.

La demanda de los consumidores depende de variables como el precio de venta, el poder adquisitivo o nivel de renta disponible, el precio de bienes sustitutivos y complementarios...

La curva de demanda indica cuánto están dispuestos a comprar los consumidores de un bien a un precio determinado, suponiendo el resto de variables constantes.

2.4.3. Equilibrio competitivo.

Las dos curvas, oferta y demanda se cortan en un punto que determina el precio y la cantidad de equilibrio. En un libre mercado, el mecanismo del mercado es la tendencia del precio a variar hasta que este se equilibra, es decir, hasta que la cantidad ofrecida y la demandada son iguales.

Cuando analizamos el equilibrio mediante el modelo de la oferta y demanda, suponemos que dado un precio cualquiera, se produce y vende una determinada cantidad, es decir existe una relación biunívoca entre precio y cantidad. Este supuesto sólo tiene sentido si el mercado es aproximadamente competitivo, es decir, si tanto los vendedores como los compradores tienen poco poder de mercado, poca capacidad de influir individualmente en el precio.



En la Figura 2.1, además de ver las curvas de oferta y demanda y el punto de equilibrio se muestran otros dos conceptos económicos relevantes, los excedentes de los consumidores y productores.

El excedente de los consumidores es la diferencia entre la cantidad de dinero que están dispuestos a pagar por un bien y la que pagan realmente.

El excedente de los productores es la diferencia entre el precio de mercado de un bien y el coste marginal de producción (diferencia entre el precio al que los productores venden el bien y el precio mínimo al que estarían dispuestos a venderlo).

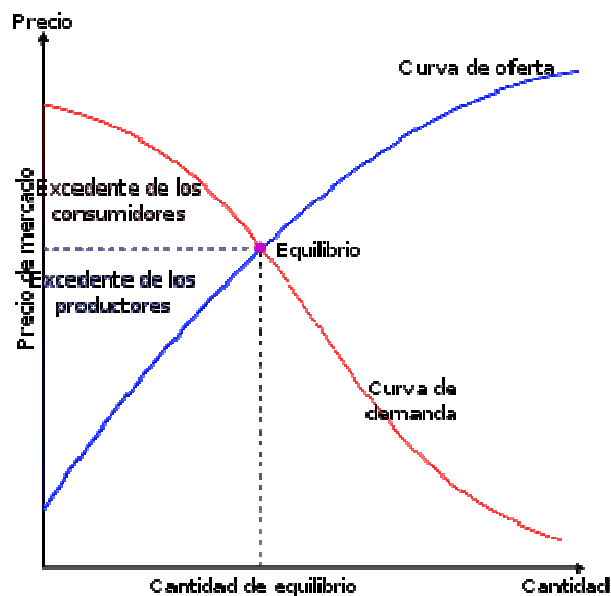


Figura 2.1. Equilibrio de mercado.

2.4.4. Elasticidad de la oferta y la demanda.

La elasticidad mide la sensibilidad de una variable respecto a otra, mide la variación porcentual que experimenta una variable, cuando la otra aumenta un 1 por ciento.

Una de las más usadas es la elasticidad-precio, que determina la variación porcentual de la cantidad producida o demandada, cuando el precio aumenta un 1 por ciento.

$$E_p = \frac{\% \Delta Q}{\% \Delta P} = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} = \frac{P}{Q} \frac{\Delta Q}{\Delta P} \quad (2.1)$$



Si por ejemplo la curva de demanda es horizontal, la demanda es infinitamente elástica, es decir, la mínima variación del precio ocasiona una variación muy brusca de la demanda, que puede pasar de un determinado valor, a cero. Si por el contrario la curva de demanda es una recta vertical, la cantidad demandada es la misma independientemente del precio; en este caso tenemos una demanda totalmente inelástica o rígida.

Entre estos extremos se dice que la demanda es elástica si la elasticidad es mayor que 1, es decir, un incremento del 1% en el precio provoca un incremento mayor del 1% en la cantidad. Por el contrario, se dice que la demanda es inelástica si la elasticidad es menor que 1.

2.5. TEORÍA ECONÓMICA NEOCLÁSICA Y OTRAS TEORÍAS.

La escuela neoclásica³ es un enfoque económico que surgió entre 1870 y 1920 con el propósito de integrar al análisis marginalista algunas percepciones provenientes de la economía clásica.

La economía neoclásica considera la oferta y la demanda como determinantes para establecer el precio y la cantidad intercambiada en el equilibrio de mercado e interpreta que los incentivos y los costes juegan un papel dominante en la toma de decisiones.

Algunas de sus características e hipótesis principales son las siguientes:

- Se basa en la asignación de recursos en un momento determinado, es decir, se refiere a la elección y disposición de recursos escasos entre posible alternativas.
- Se centra en alternativas marginales. El neoclasicismo se interesa en las alternativas y cambios "marginales" que son el objeto del cálculo.
- Racionalidad ilimitada: La característica principal de los seres humanos es que son animales racionales. Las personas consiguen sus objetivos de forma más efectiva cuando lo hacen de acuerdo a su razón. Por ello se les supone una racionalidad ilimitada que guía todas sus decisiones.



- Instrumentalismo metodológico y racionalidad de largo plazo: todo comportamiento es guiado por preferencias, es decir, es instrumental. Los neoclásicos no asumen que los individuos persigan únicamente su interés propio (como sí asume la economía clásica), pero, cualquiera que sea el motivo por el cual escogen perseguir algún objetivo, lo hacen racionalmente.
- Individualismo metodológico: Los fenómenos a ser estudiados deben centrarse en los individuos. Por individuos entendemos agentes económicos, que pueden ser individuales o formados por grupos de personas.
- Está estructurada alrededor de un concepto de equilibrio general en la economía, se asume que el comportamiento agregado oscila alrededor de un punto de equilibrio.
- Mínima distorsión de las actividades económicas: Si las leyes económicas son leyes naturales cuya aplicación conduce a la eficiencia económica, cuanto menos se distorsione su funcionamiento (intervención del Estado), más eficiencia se conseguirá en un mercado. Se considera que los procesos económicos son capaces de autorregularse.
- Información perfecta: Se asume que todos los agentes económicos involucrados en el mercado disponen de la misma información.
- Modelización de acuerdo a distribuciones probabilísticas: Los clásicos suponen que todas las variables económicas pueden caracterizarse según una distribución estadística determinada.

En resumen, la escuela neoclásica es un enfoque económico basado en el análisis marginalista y el equilibrio de oferta y demanda, que considera que el comportamiento económico surge del comportamiento agregado de individuos (u otro tipo de agentes económicos), que son racionales y tratan de maximizar su utilidad o beneficio mediante sus decisiones.

Sin embargo, en los últimos tiempos, están en auge nuevas teorías cuyos supuestos rompen con lo establecido en la economía Neoclásica. Una de ellas es la Economía de la Conducta o Economía del Comportamiento.



La Economía Conductual ^{4 5}, es el resultado del apoyo de dos ciencias, la psicología y la economía. Algunas de las consideraciones que se realizan en esta teoría son las siguientes:

- La primera y fundamental es que los sesgos cognoscitivos de las personas a menudo impiden que éstas puedan tomar decisiones racionales, por mucho que lo intenten. Muchas veces, las decisiones se toman en base a conjeturas, sentimientos, intuiciones y reglas empíricas. Es decir, tomamos decisiones irracionales y sesgadas. Esto último es contundente ya que rompe con dos dogmas de fe de la Económica Clásica que es que los seres humanos solemos tomar decisiones racionales y que la mano invisible del mercado es un corrector confiable de los desequilibrios.
- La información es asimétrica: No todos los agentes económicos tienen acceso a la misma información.
- Las variables económicas no siempre se pueden caracterizar de una forma estadística, la economía está rodeada de incertidumbre.

Dos de los principales defensores de esta teoría son Herbert Simon y Daniel Kahneman.

Precisamente Daniel Kahneman, junto a Amos Tversky, desarrolló la Teoría de las Perspectivas ⁶. Esta teoría, relacionada con la anterior, nos permite describir cómo las personas toman sus decisiones en situaciones donde tienen que decidir entre alternativas que involucran riesgo, por ejemplo, decisiones financieras. Partiendo de evidencia empírica, la teoría describe cómo los individuos evalúan las potenciales pérdidas y ganancias.

La Teoría de las Perspectivas trata además de ciertas anomalías que ocurren en la toma de decisiones debido a la racionalidad limitada y a la conducta social de los individuos:

- El Statu quo: Todo el tiempo estamos tomando decisiones; sin embargo, en determinadas ocasiones ninguna de las alternativas que se nos presentan nos genera mayor satisfacción al estado actual; por lo tanto, preferimos continuar con el mismo nivel de satisfacción. Por ejemplo, una persona lleva trabajando



más de 15 años en una misma compañía y el gerente le ofrece subir el sueldo (de 3000 € a 4000 €) pero deberá trasladarse a otra ciudad y no acepta. De otra compañía le hacen el ofrecimiento para trabajar cerca de la compañía en la que actualmente labora con un sueldo de 4000 € y también rechaza la oferta. Esta persona está feliz en su trabajo, es feliz con su vida tal cual la lleva y por lo tanto no aceptará ninguna oferta que cambie su esquema de vida.

- El efecto de dotación: Este efecto está asociado al valor que le damos a determinadas cosas, el cual cambia nuestra perspectiva; por ejemplo, una persona compra una casa valorada en 200.000 € y vive en ella hasta su vejez (actualmente valdría 100.000 €), sus hijos le ofrecen una casa mejor en otro sitio de la ciudad y rechaza la oferta, una compañía le ofrece 500.000 € y les dice que solo va a dejar la casa cuando muera, porque en ella se siente feliz.
- La aversión a la pérdida: En esta anomalía la mayoría de las personas temen los efectos de las posibles pérdidas más que la anticipación de las posibles ganancias. Un ejemplo para explicar estos comportamientos podría ser el de una persona que se encuentra 10 € en la calle. Con este dinero se pueden construir varios escenarios, podría comprar varios boletos de lotería y considerar que es una buena inversión y estaría feliz aunque no se obtenga nada (lo más probable es que no gane) o podría extraviarlos en cuyo caso estaría muy triste por la pérdida. El ejemplo anterior ayuda a entender la aversión a la pérdida, si bien el encontrar el dinero representa una sensación positiva, la pérdida de este produce una sensación negativa que impacta más al individuo que la positiva, a pesar de que el valor absoluto sea igual para ambas.

Por tanto, existen diversas teorías económicas, que en base a unas determinadas suposiciones tratan de explicar el comportamiento y las decisiones que toman los individuos y empresas. Aplicando estas hipótesis al ámbito microeconómico, se puede modelar la interacción entre los agentes participantes en un mercado, y predecir las dinámicas de precios y cantidades que se pondrán en juego en él.

**3-ESTRUCTURAS DE
MERCADO SEGÚN LA
ECONOMÍA
NEOCLÁSICA.**



3. ESTRUCTURAS DE MERCADO SEGÚN LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA.

Una vez establecidos en el apartado 2.5 los principios básicos e hipótesis que rigen el pensamiento de la Escuela Neoclásica, se procede a analizar en los próximos epígrafes las predicciones acerca de dinámicas de precios y excedentes que ésta realiza.

En primer lugar se muestran algunas consideraciones globales sobre el objetivo general de las empresas de maximizar beneficios y la evaluación de la eficiencia de los mercados en base a los excedentes. A continuación, para las diferentes estructuras de mercado (competencia perfecta, monopolio, monopsonio, competencia monopolística y oligopolio), se desarrollan sus características principales, y las dinámicas de precios y excedentes correspondientes a cada una.

Este análisis está extraído casi en su totalidad del libro *Microeconomía*. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld ¹, del que se ha realizado una síntesis de los aspectos más relevantes de los capítulos correspondientes.

3.1. OBJETIVO GENERAL DE LAS EMPRESAS: MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS.

3.1.1. Fundamento de este objetivo.

Derivado de la racionalidad de los individuos, surge uno de los supuestos fundamentales que utiliza la Economía Neoclásica a la hora de prever las decisiones que tomarán los diferentes agentes que intervienen en los mercados: la maximización de los beneficios. Este supuesto es clave porque predice la conducta de empresas con un buen grado de precisión y facilita el estudio analítico de las dinámicas de precios que surgirán en los mercados.

Sin embargo, este supuesto siempre ha sido controvertido. En el caso de pequeñas empresas gestionadas por sus propietarios, es probable que los beneficios sean la base para tomar sus decisiones. Pero en otras empresas de mayor tamaño, los directivos que toman sus decisiones a menudo tienen poco contacto con los propietarios, es decir, tienen cierto margen para gestionar la empresa a su manera y



en ocasiones podrían alejarse de la conducta maximizadora de los beneficios. Estos directivos podrían perseguir otro tipo de objetivos, como la maximización de ingresos o el pago de dividendos para satisfacer a los accionistas, o se podrían centrar en objetivos a corto plazo para conseguir un ascenso o una prima.

No obstante, se asume que una empresa que no tiene la maximización de beneficios como una de sus prioridades tendrá dificultades para sobrevivir en una industria competitiva; y es posible que los directivos que se aparten de dicho objetivo, sean destituidos por los accionistas y consejos de administración (asumiendo la racionalidad de éstos, es lógico que así sea, ya que son conscientes de que la búsqueda de la maximización de beneficios a largo plazo es la forma de conseguir los mejores resultados posibles, tanto para la empresa, como para ellos).

Por tanto, a pesar de que los directivos de las empresas pueden actuar de acuerdo a un complejo conjunto de objetivos, se puede suponer (y la economía tradicional así lo hace), que las empresas actuarán de forma que maximicen sus beneficios a largo plazo.

3.1.2. Decisión de producción maximizadora de los beneficios.

El análisis que se desarrolla en este apartado es general y es válido tanto para el caso de mercados perfectamente competitivos, como para casos en los que no se cumplen las condiciones de competencia perfecta.

El beneficio es la diferencia entre el ingreso (total) y el coste (total). Supongamos que el nivel de producción de la empresa es q y que obtiene un ingreso I . El ingreso es igual al precio del producto P multiplicado por el número de unidades vendidas: $I=Pq$. El coste de producción C también dependerá del nivel de producción. Por tanto, el beneficio de la empresa B , será:

$$B(q) = I(q) - C(q) \quad (3.1)$$

Para maximizar los beneficios, la empresa selecciona el nivel de producción en el que la diferencia entre el ingreso y el coste es mayor. Tal como vemos en la Figura 3.1, este beneficio es máximo cuando las pendientes de las curvas de ingresos y costes son iguales. La pendiente de la curva de ingresos es el ingreso marginal, es



decir, los ingresos adicionales que genera la venta de una unidad más de producto. La pendiente de la curva de costes representa el coste marginal, el coste de producir una unidad adicional de producto. Los beneficios se maximizan en la cantidad que iguala ingreso marginal y coste marginal q^* .

Se puede observar que para niveles de producción superiores a q^* , el coste aumenta más deprisa que los ingresos, por tanto los beneficios disminuyen respecto al punto q^* . Para cantidades inferiores a q^* , el ingreso obtenido al producir una unidad más es mayor al coste de producirla, por lo que se puede incrementar el beneficio aumentando la producción, hasta llegar a ese punto q^* .

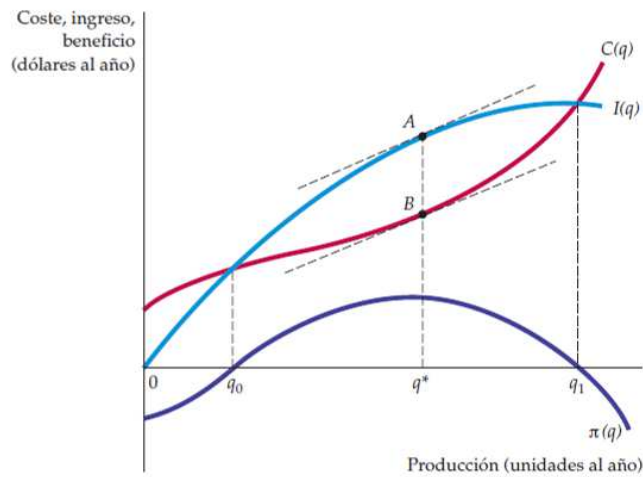


Figura 3.1. Maximización de beneficios a corto plazo.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Esta regla también se puede obtener algebraicamente. Tenemos la función de beneficios en base a la cantidad (3.1), el máximo de esta función lo obtendremos en el punto en el que su derivada respecto a la cantidad producida sea igual a 0, (y la segunda derivada sea menor que 0).

$$\frac{dB}{dq} = \frac{dI}{dq} - \frac{dC}{dq} = IMa - CMa = 0$$

Por tanto, los beneficios se maximizan cuando:

$$IMa(q) = CMa(q) \quad (3.2)$$



3.2. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR Y EL PRODUCTOR Y EFICIENCIA DEL MERCADO.

Una vez vista la regla general que permite determinar la cantidad de producto maximizadora de los beneficios para las diferentes estructuras de mercado, se introducirán en este apartado los conceptos de excedentes del productor y el consumidor y eficiencia del mercado.

El excedente del consumidor es la diferencia entre la cantidad que un consumidor está dispuesto a pagar por un bien y la que paga realmente.

El excedente de los productores es la suma de la diferencia entre el precio de mercado de un bien y el coste marginal de producción en todas las unidades producidas, (diferencia entre el precio mínimo al que los productores venden el bien y el precio al que estarían dispuestos a venderlo).

A partir de esta definición del excedente de los productores, podemos determinar la relación entre el excedente y el beneficio. La suma de todos los precios de cada una de las unidades vendidas, es decir, el precio por la cantidad, nos da los ingresos totales. La suma de todos los costes marginales de estas unidades, desde 0 hasta la cantidad de equilibrio q_0 , es el coste variable total de producir esta cantidad q_0 . (Los costes fijos no dependen de la cantidad producida, no están presentes en el coste marginal, coste de producir una unidad adicional de producto). De esta forma, el excedente del productor también puede definirse como la diferencia entre el ingreso de la empresa y su coste variable total.

Por tanto:

$$\text{Excedente del productor} = EP = I - CV \quad (3.3)$$

Como los beneficios son:

$$B = I - C = I - CV - CF$$

Entonces la relación entre el beneficio y el excedente es:

$$EP = B + CF \quad (3.4)$$



La eficiencia del mercado o bienestar social generado por las transacciones realizadas es la diferencia entre el valor que los consumidores asignan a los productos y el coste incremental causado por producirlos. Esto viene representado por el área existente entre la oferta y demanda de los productos fabricados y vendidos, (ver Figura 3.2).

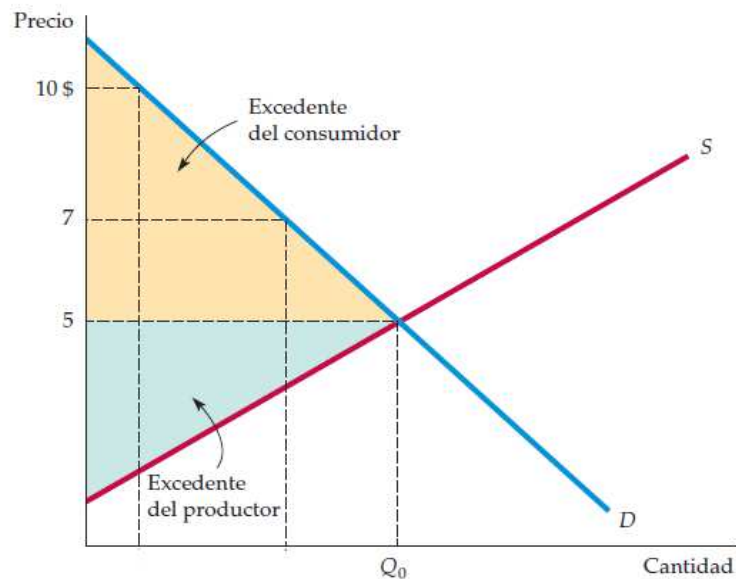


Figura 3.2. Excedente del consumidor y del productor.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

El bienestar social generado por un mercado se reparte entre consumidores, productores y Estado:

$$\text{Bienestar social} = \text{Exc. Consumidores} + \text{Exc. Productores} + \text{Ingresos Estado}$$

3.3. ESTRUCTURAS DE MERCADO.

Recordamos aquí la clasificación realizada en la introducción, de las diferentes estructuras de mercado existentes, que procederemos a analizar con detalle en los apartados siguientes:



Estructura de mercado	Número de vendedores	Número de compradores	Barreras de entrada para los vendedores	Barreras de entrada para los compradores	Tipo de productos
Competencia perfecta	Muchos	Muchos	No	No	Homogéneos
Competencia monopolística	Muchos	Muchos	No	No	Ligeramente diferenciados
Oligopolio	Pocos	Muchos	Sí	No	Homogéneos o diferenciados
Monopolio	Uno	Muchos	Sí	No	Único producto
Oligopsonio	Muchos	Pocos	No	Sí	Homogéneos o diferenciados
Monopsonio	Muchos	Uno	No	Sí	Homogéneos o diferenciados

Tabla 3.1. Clasificación de las diferentes estructuras de mercado.

3.4. COMPETENCIA PERFECTA.

3.4.1. Supuestos fundamentales.

Lo primero que hay que destacar de los mercados perfectamente competitivos o mercados de competencia perfecta es que se trata de un modelo teórico ideal, ya que en la realidad, todos los mercados tienen imperfecciones y no cumplen exactamente las premisas de este modelo. No obstante, es muy útil su estudio ya que algunos mercados como el de los productos agrícolas, el del hierro y el de otras materias se asemejan bastante a un modelo perfectamente competitivo. Además, cuando el mercado no cumple alguno de los supuestos y se puede considerar no competitivo, puede resultar muy interesante compararlo con el modelo ideal competitivo.

Los tres supuestos básicos en los que se basa el modelo de competencia perfecta son los siguientes:



- **Las empresas son precio-aceptantes:**

El mercado está formado por un número elevado de empresas, que se enfrentan por tanto a un número significativo de competidores directos de sus productos. Cada empresa vende una proporción pequeña de la producción total del mercado, por lo que sus decisiones no pueden influir en el precio de mercado. Las empresas consideran dado el precio de mercado, son precio-aceptantes.

Este supuesto también se puede aplicar a los consumidores. Cada consumidor compra una proporción suficientemente pequeña de la producción total de la industria como para no poder influir en el precio de compra.

En definitiva, en los mercados de competencia perfecta, hay muchas empresas y consumidores independientes que asumen que sus decisiones no afectan al precio del mercado.

- **El producto es homogéneo:**

Para que esta conducta precio-aceptante se produzca, es necesario que las empresas pongan a la venta productos prácticamente idénticos, de forma que ninguna empresa puede cobrar un precio superior al de mercado sin perder la mayor parte de su cuota de mercado. Los productos deben ser sustitutivos perfectos, ya que de lo contrario, los consumidores podrían estar dispuestos a pagar un precio diferente en función de las características especiales del producto.

Los productos agrícolas, el petróleo, la gasolina y materias primas como el hierro, la madera o el acero son ejemplos de productos homogéneos.

Este supuesto es clave porque garantiza que hay un único precio de mercado.

- **Hay libertad de entrada y salida:**

Este supuesto quiere decir que no hay ningún coste especial que dificulte el acceso de una nueva empresa a la industria o la salida de una de las que



estaban en ella. Una empresa puede contratar trabajo y comprar el capital y las materias primas que necesite o deshacerse de estos factores de producción o resignarlos, sin tener que afrontar ningún otro coste adicional a éstos por la entrada o salida de la industria.

Para los compradores, significa que pueden cambiar fácilmente de proveedor y optar por una empresa rival si su proveedor actual sube el precio.

3.4.2. Elección del nivel de producción a corto plazo.

Para determinar el nivel de producción de las empresas de una industria competitiva a corto plazo, primero vamos a estudiar la curva de demanda a la que se enfrentan.

Cada empresa sólo vende una pequeña proporción de todas las ventas de la industria, es precio-aceptante y adopta el precio de mercado, que está establecido mediante las curvas de demanda y oferta de la industria. (Para distinguir entre las curvas y variables de la industria y las de una empresa, se utilizarán mayúsculas para las relativas a la industria y minúsculas para las correspondientes a la empresa).

La demanda de la industria en su conjunto tiene una pendiente negativa, cuanto menor es el precio, mayor es la cantidad que se pone en juego en el mercado.

Sin embargo la empresa, al ser precio-aceptante, se enfrenta a una curva de demanda horizontal. El precio al que vende sus productos es constante independientemente de la cantidad intercambiada, ya que esta cantidad es muy pequeña en comparación con el total de la industria, (ver Figura 3.3).

Esto permite a la empresa incrementar su producción sin tener por ello que bajar el precio de sus productos. Cuando la empresa aumenta su producción en una unidad, aumenta sus ingresos totales en una cantidad igual al precio de esa unidad adicional vendida. Por tanto el ingreso marginal es constante e igual al precio de venta del producto.

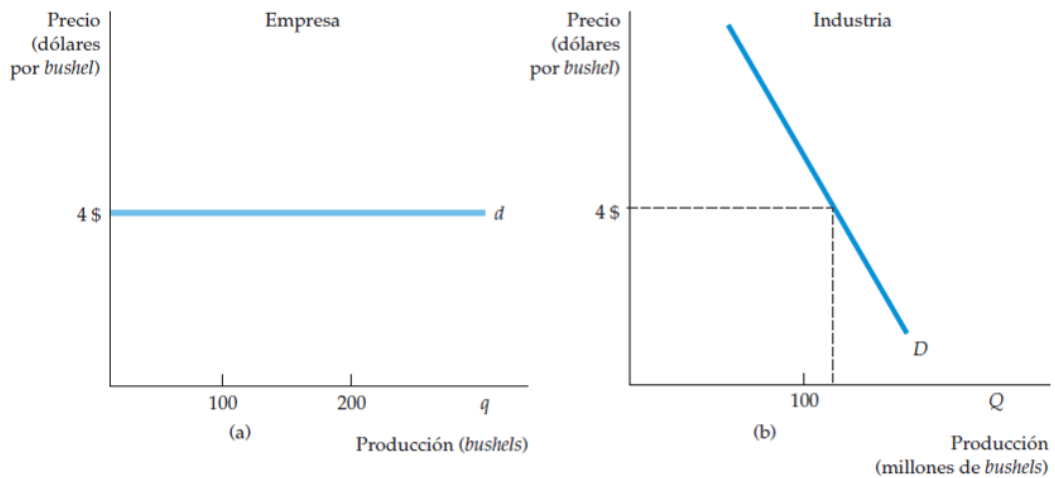


Figura 3.3. Comparación de las curvas de demanda de la empresa y la industria.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Analíticamente se puede demostrar que al ser el precio constante:

$$IMa = \frac{dI}{dq} = \frac{d(pq)}{dq} = p \rightarrow IMa = p \quad (3.5)$$

Tal como se demostró en el apartado 3.1, los beneficios se maximizan cuando se igualan el ingreso y el coste marginal, por lo que en este caso, en competencia perfecta, los beneficios son máximos cuando:

$$IMa = p = CMa(q) \quad (3.6)$$

A partir del precio de mercado, decidimos la cantidad q que debe producir la empresa para que el coste marginal sea igual al precio, y de esta forma maximizar los beneficios.

Para tomar la decisión del nivel de producción, hay que tener en cuenta que a corto plazo, al menos uno de los niveles de sus factores productivos (capital, trabajo y materias primas) permanece constante. Generalmente, el capital que utiliza la empresa es fijo en el corto plazo y por tanto la elección se debe basar en elegir los niveles de los factores variables, trabajo y materias primas, que maximicen los beneficios.



Como hemos visto anteriormente, el nivel de producción que maximiza los beneficios es aquel que iguala el coste marginal al precio. No obstante, el precio es una recta horizontal que puede cortar a la curva de coste marginal en dos puntos. (Ver Figura 3.4).

En el primer punto de corte, en el que la curva de coste marginal es descendente, se aprecia que los beneficios no se maximizan porque si se aumenta la producción por encima de este punto, el ingreso marginal es mayor que el coste marginal, y por tanto obtenemos beneficios por las unidades adicionales vendidas. El segundo punto de corte sí determina el máximo de los beneficios, si siguiésemos aumentando la cantidad producida por encima de este, nos encontraríamos con que el coste marginal es mayor que el ingreso marginal, y el beneficio sería cada vez menor.

Por tanto, las empresas deben elegir su nivel de producción de forma que el coste marginal sea igual al precio y este punto de corte de las curvas se produzca en la zona creciente de la curva de coste marginal.

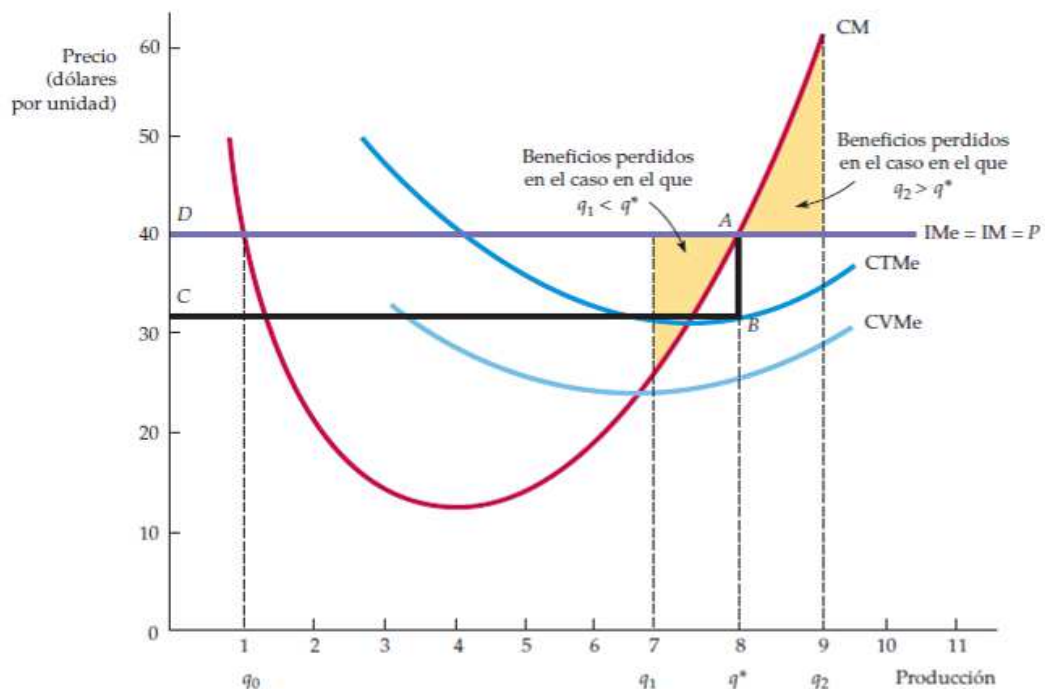


Figura 3.4. Elección del nivel de producción de una empresa competitiva.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.



La Figura 3.4 también muestra el coste total medio y el coste variable medio, lo que permite evaluar gráficamente los beneficios obtenidos. La distancia AB es la diferencia entre el precio y el coste medio por unidad en el nivel de producción q^* (maximizador de beneficios), por tanto reflejan el beneficio medio por unidad de producción. Como el segmento BC mide el número de unidades producidas, los beneficios vienen representados por el rectángulo ABCD.

Imaginemos que el precio en la gráfica anterior bajara a unos 27 \$/ ud. En ese caso, el punto maximizador de los beneficios ($CMa = p$) quedaría por debajo del coste medio por unidad, por lo que la empresa incurriría en pérdidas (minimizaría las pérdidas en este punto).

Las empresas pueden producir con pérdidas a corto plazo porque esperan obtener beneficios en el futuro cuando suba el precio del producto o disminuya el coste de producción, y porque quizás sea más caro dejar de producir y reanudar la producción más tarde. La empresa debe evaluar la rentabilidad obtenida si continúa produciendo con la obtenida si para la producción.

En el caso de que el precio sea menor que el coste total medio, pero mayor que el coste variable medio, la empresa está experimentando pérdidas. Si para la producción, se ahorra los costes variables, pero sigue teniendo unas pérdidas iguales a los costes fijos. Estas pérdidas se mantendrán, a no ser que la empresa cierre definitivamente, pero en ese caso una posible reapertura y la contratación y formación de los empleados podrían tener unos costes elevadísimos. Si continúa produciendo, sus ventas le permiten cubrir sus costes variables y parte de sus costes fijos. Se trata de una buena forma de minimizar sus pérdidas, así que muy probablemente la empresa continuará produciendo si puede cubrir al menos su coste variable medio.

En el caso de que el precio sea menor que el coste variable medio (imaginemos un precio de unos 20 \$/ud en la Figura 3.4), la empresa pierde dinero por cada unidad que produce, debería parar la producción y probablemente cerrar la planta.

En definitiva, la empresa debe cerrar si el precio del producto es menor que el coste variable medio de producción en el nivel maximizador de beneficios.



3.4.3. Curva de oferta de la empresa y de la industria a corto plazo.

La curva de oferta de una empresa indica cuánto producirá para cada uno de los precios posibles. Si desea maximizar los beneficios, para cada precio elegirá el nivel de producción que haga corresponder el precio con el coste marginal, siempre que este sea mayor que el coste variable medio. Por tanto, la curva de la oferta es el tramo de la curva de coste marginal en el que este es mayor que el coste variable medio.

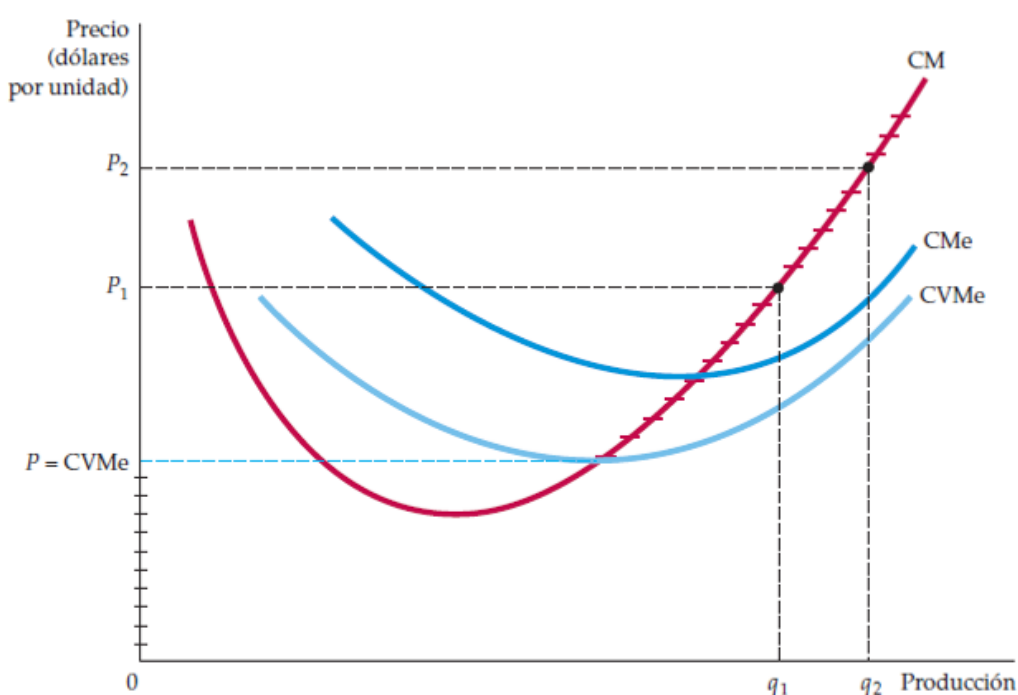


Figura 3.5. Curva de oferta de una empresa competitiva.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

La curva de oferta del mercado a corto plazo muestra la cantidad de producción que obtiene la industria a cada uno de los precios posibles. Este nivel es la suma de las cantidades ofrecidas a cada precio por cada una de las empresas que componen la industria.

En la Figura 3.6 se muestra la obtención de la curva de oferta de la industria a partir de las curvas de oferta de tres empresas. Para un mayor número de empresas (que es una de las premisas fundamentales de competencia perfecta), se procedería de igual forma.

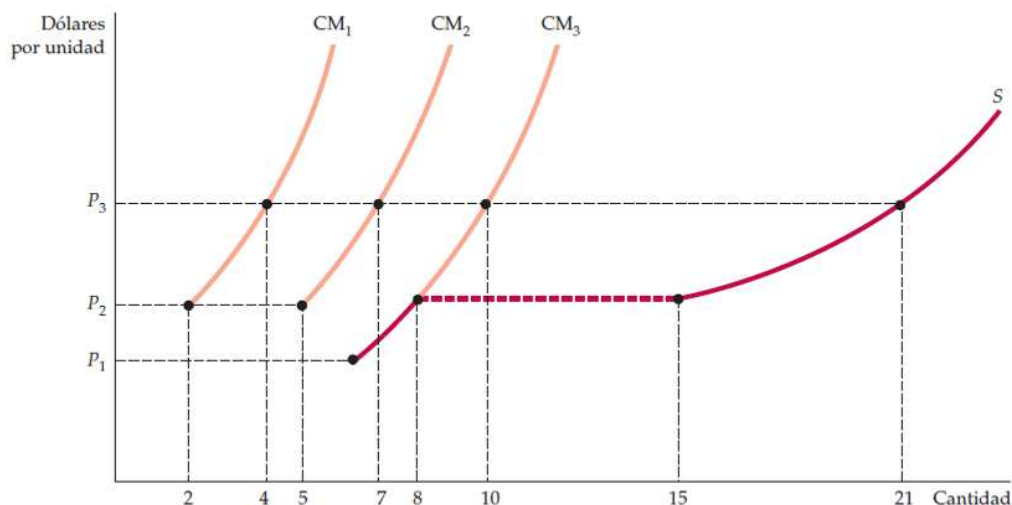


Figura 3.6. Obtención de la curva de oferta de la industria.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Podemos observar que la elasticidad de la curva de oferta de la industria es mayor que la de las empresas individualmente.

En ocasiones, hallar la curva de oferta de la industria no es tan sencillo como sumar las curvas de oferta de cada empresa. Al subir el precio, todas las empresas aumentan su producción, lo que provoca un incremento de la demanda de los factores productivos y puede traer como consecuencia la subida de los precios de estos. Esta subida genera un incremento de los costes de la empresa, y un desplazamiento de sus curvas de costes marginales y por tanto de su oferta.

3.4.4. Elección del nivel de producción a largo plazo y equilibrio competitivo.

A corto plazo, uno o más factores de producción de la empresa están fijos. En cambio, a largo plazo, una empresa puede variar todos sus factores productivos, incluido el tamaño de la planta. Puede decidir cerrar y abandonar la industria o comenzar a producir, entrando en la industria, ya que en competencia perfecta no hay barreras de entrada ni de salida.

Al igual que en el caso de corto plazo, la empresa se enfrenta a una curva de demanda horizontal tomando como fijo el precio de mercado. Y para maximizar los beneficios debe producir la cantidad que iguale el ingreso marginal (el precio) con el coste marginal a largo plazo.

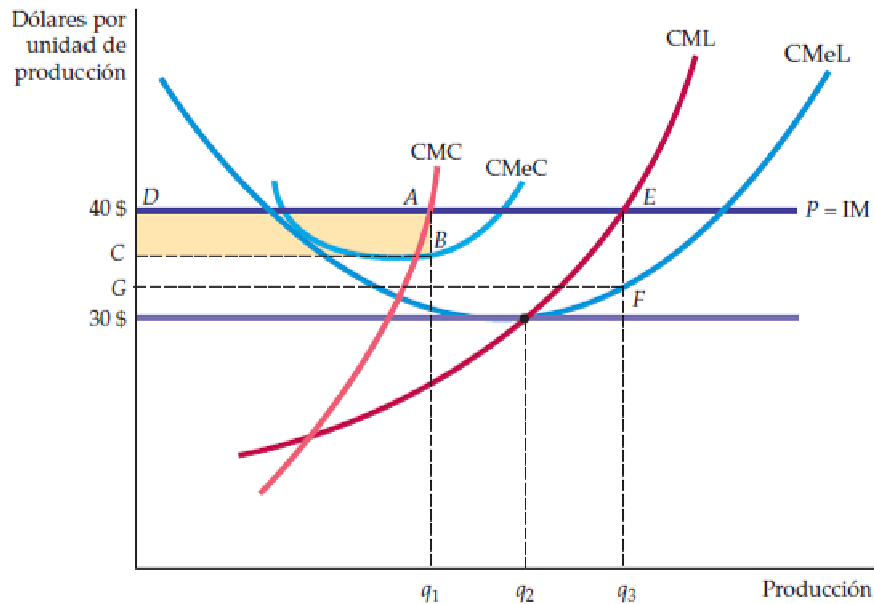


Figura 3.7. Elección del nivel de producción a largo plazo.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Vamos a analizar la gráfica anterior. Con el tamaño de planta inicial, y el precio de mercado de 40 dólares, la cantidad que maximiza los beneficios a corto plazo es q_1 . Sin embargo, a largo plazo podemos variar el tamaño de planta y para maximizar el beneficio, se deberá aumentar este tamaño de forma que se pueda fabricar la cantidad q_3 (corte de la curva de ingreso marginal y coste marginal a largo plazo). El beneficio obtenido viene representado por el rectángulo EFGD.

Al tratarse de un mercado competitivo a largo plazo, este beneficio económico atraerá a otras empresas, que pueden entrar libremente al mercado. Esta entrada de empresas desplaza la curva de oferta de la industria y provoca una disminución del precio de equilibrio del mercado. Las empresas seguirán interesadas en entrar al mercado siempre que existan beneficios económicos (y saldrán si se registran pérdidas a largo plazo).

Por tanto se alcanza el equilibrio competitivo a largo plazo cuando se cumplen tres condiciones:

- Todas las empresas de la industria están maximizando beneficios.



- Ninguna tiene incentivos para entrar o salir de la industria porque todas las que están en ella tienen beneficios económicos nulos.
- El precio del producto es tal que la cantidad ofrecida por la industria se corresponde con la demandada por los consumidores.

3.4.5. Análisis de los excedentes y el bienestar social.

Si se cumplen los supuestos establecidos por la economía neoclásica, un mercado perfectamente competitivo que no está sometido a ningún tipo de regulación (ver Figura 3.8) presenta la mayor eficiencia económica posible. En él, la suma de los excedentes de productores y consumidores es mayor que en cualquier otra alternativa, en este tipo de mercados se maximiza el bienestar social.

A continuación se resume una muestra de algunas de las alteraciones que pueden reducir la eficiencia de un mercado. Conviene recordar que el mero hecho de que se reduzca la eficiencia no tiene implica que una medida sea necesariamente perjudicial, ya que puede que las medidas tomadas satisfagan otros objetivos importantes.

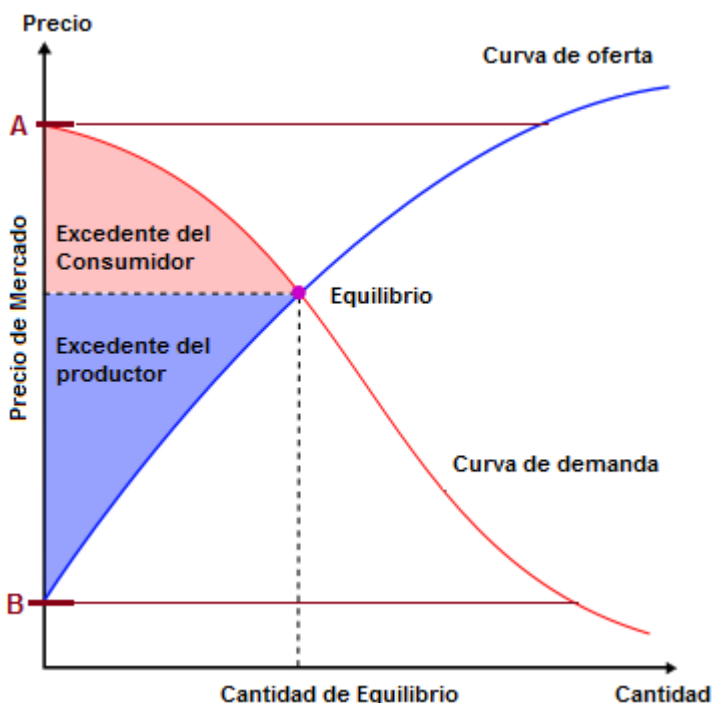


Figura 3.8. Equilibrio de una industria competitiva y excedentes del consumidor y el productor.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.



3.4.5.1. Establecimiento de un precio inferior al de equilibrio.

Supongamos que el Estado regulara un determinado mercado obligando a cobrar un precio máximo inferior al del equilibrio.

Tomando como referencia los excedentes de mercado sin ninguna regulación, (equilibrio P_0 , Q_0), algunos consumidores experimentan un incremento de excedente debido a que el precio es ahora más bajo que el inicial P_0 , este grupo aparece representado con el rectángulo A (Figura 3.9). Sin embargo, hay otro grupo que empeora su bienestar, ya que antes veía satisfecha su demanda de producto y ahora no puede hacerlo, porque ha disminuido la oferta, (triángulo B). Por tanto la variación del excedente de los consumidores ha sido: $+A - B$.

El efecto de esta medida sobre los productores es aún mayor, porque venden menor cantidad y a menor precio. Su pérdida de excedente es: $-A - C$.

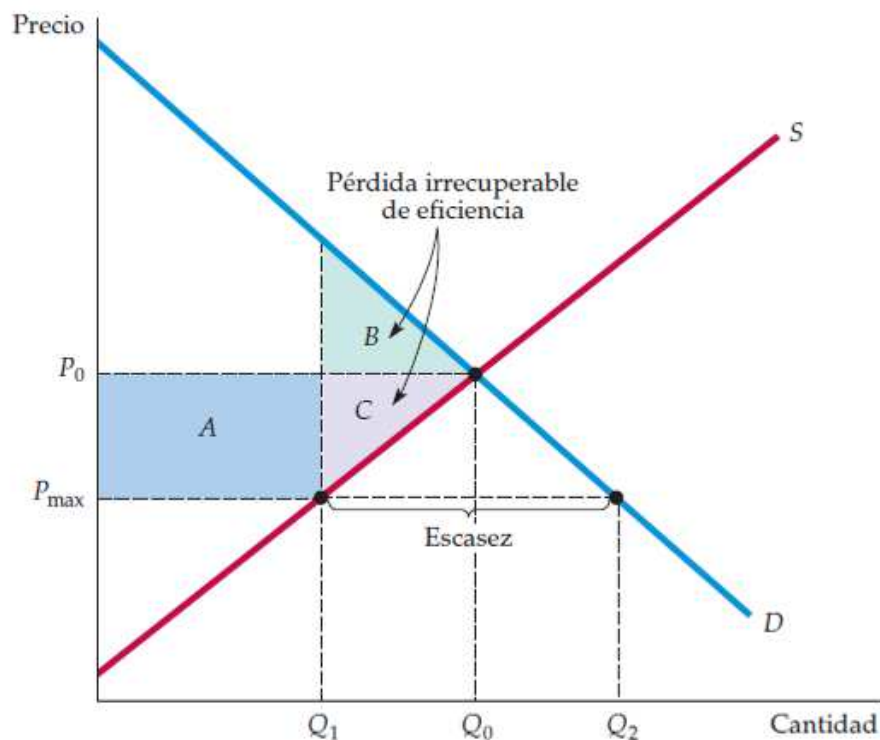


Figura 3.9. Establecimiento de un precio máximo inferior al de equilibrio.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Por tanto, la variación del bienestar social como consecuencia de esta medida es:



$$\Delta BS = \Delta EP + \Delta EC = -A - C + A - B = -B - C$$

La regulación de los precios por parte del Estado, genera una pérdida irre recuperable de eficiencia representada por los triángulos B y C.

Razonando de una forma análoga, en el caso de que el Estado estableciera un precio mínimo superior al de equilibrio, también se produciría una pérdida de bienestar social. En este caso los principales damnificados serían los consumidores.

3.4.5.2. Aranceles y contingentes.

Muchos países utilizan contingentes y aranceles sobre las importaciones para mantener el precio interior de un producto por encima de los niveles mundiales y permitir de esta forma a la industria nacional obtener mayores beneficios que en condiciones de libre comercio.

Un arancel es un impuesto sobre un bien importado. Un contingente establece la cantidad máxima que se puede importar de un bien.

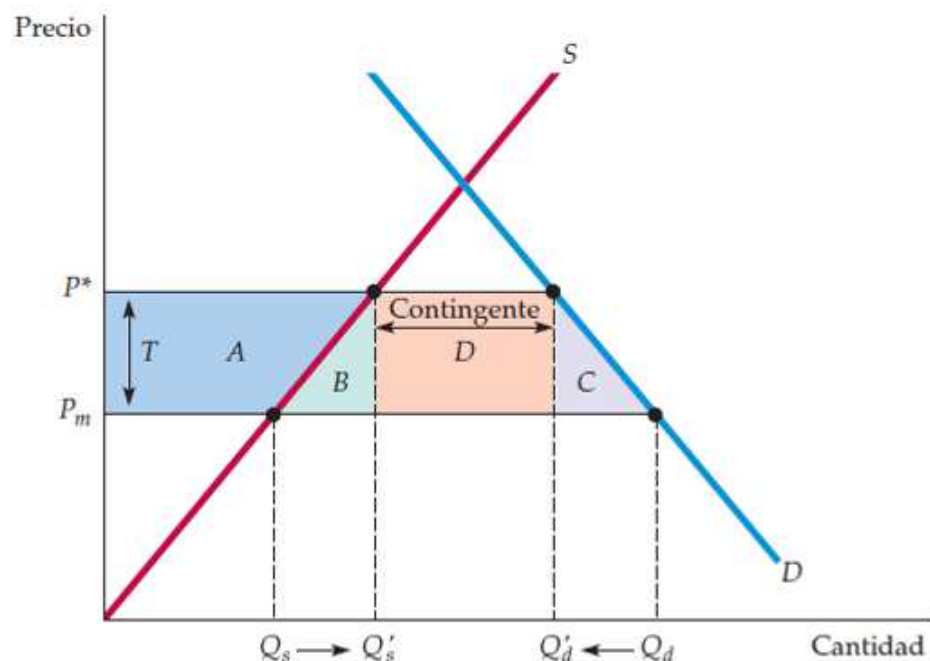


Figura 3.10. Efecto de un arancel o contingente sobre las importaciones.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.



En condiciones de libre comercio, el precio interior es igual al precio mundial P_m y las importaciones son $Q_d - Q_s$. Si el estado establece un arancel sobre las importaciones de valor T ud. monetarias por unidad, el precio interior sube a P^* (precio mundial más el arancel), los productores nacionales aumentan el número de unidades ofertadas y los consumidores, a este nuevo precio, demandan menos cantidad de producto.

La variación del excedente de los consumidores es:

$$\Delta EC = -A - B - C - D$$

El incremento del excedente de los productores:

$$\Delta EP = A$$

Y por último, los ingresos que recauda el estado con esta medida son iguales a la cantidad del arancel por el número de unidades importadas:

$$\Delta IE = D$$

Por tanto, la variación total de bienestar es:

$$\Delta BS = \Delta EC + \Delta EP + \Delta IE = -B - C$$

Si el Estado utiliza un contingente en vez de un arancel, los productores extranjeros sólo pueden enviar al país una cantidad específica ($Q_d' - Q_s'$), y pueden cobrar un precio más alto P^* por sus ventas. Las variaciones del excedente del consumidor y el productor en este caso son las mismas, pero el Estado no recauda dinero como en el caso del arancel y el bienestar total del país disminuye respecto a este.

$$\Delta BS = -B - C - D$$

3.4.5.3. Efecto de un impuesto.

Vamos a suponer que el gobierno establece sobre un determinado producto un impuesto específico, un impuesto de una determinada cantidad "t" por unidad



vendida. Se podría esperar que el precio del producto subiera la cantidad t y los consumidores pagarían esa cantidad más por cada producto, pero esto no es así. La carga de un impuesto recae parte en el consumidor y parte en el productor, independientemente de a quién se cobre el impuesto.

Si observamos la Figura 3.11, tenemos el equilibrio de mercado previo a la aplicación del impuesto en las cantidades P_0 y Q_0 . Cuando se establece el impuesto, el precio que pagan los consumidores P_c es distinto al precio neto que perciben los productores P_v tras aplicarse el impuesto a cada producto, de forma que $P_c = P_v + t$.

Para averiguar la cantidad de producto que equilibra el mercado, hay que tener en cuenta que la cantidad que compran los consumidores viene dada por la curva de demanda y se debe corresponder con el precio que pagan P_c . Por su parte, la cantidad que ofrecen los vendedores, viene determinada por su curva de oferta y el precio que perciben P_v . La solución consiste en hallar una cantidad que se corresponda a un precio P_c en la curva de oferta y a un precio P_v en la curva de demanda de tal forma que la diferencia $P_c - P_v$ sea igual al impuesto t (Q_1).

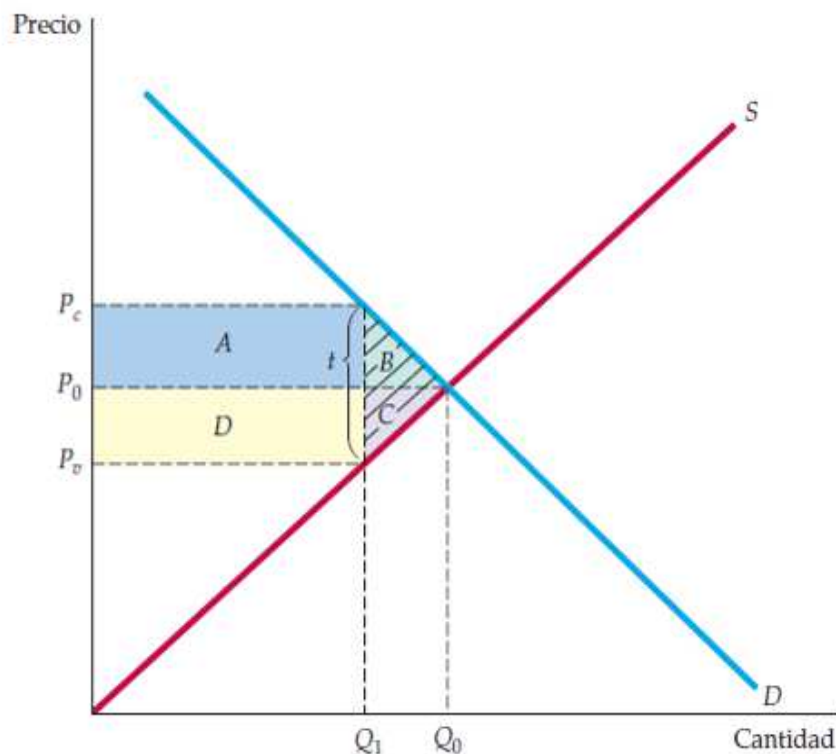


Figura 3.11. Efecto de un impuesto.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.



A partir de la gráfica podemos observar las variaciones de los excedentes:

$$\Delta EC = -A - B$$

$$\Delta EP = -C - D$$

Los ingresos del estado vienen dados por el impuesto t multiplicados por la cantidad vendida Q_1 , es decir:

$$\Delta IE = A + D$$

Y la variación total del bienestar social es:

$$\Delta BS = \Delta EC + \Delta EP + \Delta IE = -B - C$$

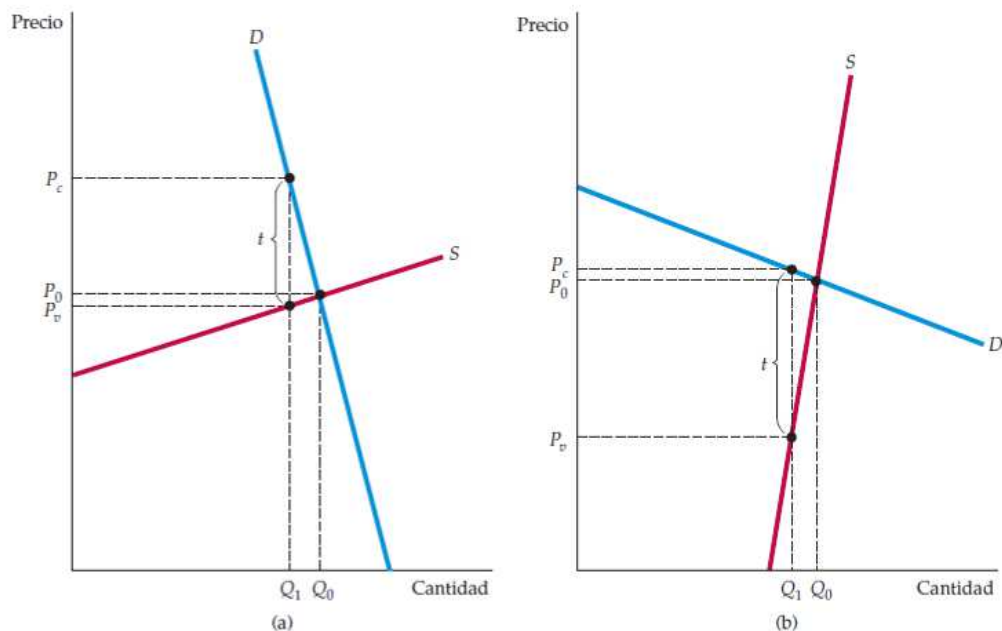


Figura 3.12. Influencia de las elasticidades de la oferta y la demanda en el impuesto.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

En la Figura 3.12 se puede observar que la carga del impuesto para consumidores y vendedores depende de la elasticidad de la oferta y la demanda. Si la demanda es muy inelástica en relación a la oferta (a), los consumidores son los más afectados por el impuesto; si la demanda es muy elástica respecto a la oferta (b), la carga del impuesto recae principalmente en los productores.



Se ha analizado el efecto de un impuesto sobre el equilibrio del mercado competitivo. De forma análoga se puede evaluar el efecto de una subvención. En ese caso, el precio que perciben los vendedores es superior al que pagan los compradores en la cuantía de la subvención, ($P_v = P_c + s$).

3.5. MONOPOLIO.

3.5.1. Características.

En un mercado perfectamente competitivo, el gran número de vendedores y consumidores existentes garantiza que ninguno de ellos puede influir individualmente en el precio. El monopolio (y el monopsonio, mercado que veremos en el siguiente apartado) es un extremo opuesto de la competencia perfecta. Se trata de un mercado con muchos compradores y un único vendedor. En el monopolio existe poder de mercado, es decir, el productor tiene capacidad para influir en el precio del bien que vende.

El monopolista, al ser el único que vende un determinado producto, está en una posición única, ya que puede elevar el precio que cobra por él sin preocuparse de que sus competidores mantengan un precio más bajo y capturen su cuota de mercado. No obstante, para ello es necesario que no existan bienes sustitutivos hacia los que los consumidores puedan desviar su demanda. Eso no quiere decir que pueda elevar el precio tanto como quiera, porque en ese caso muy pocos consumidores comprarían su producto y obtendría muy pocos beneficios. Sin embargo, sí que es cierto que para maximizar los beneficios el monopolista vende una menor cantidad y a un mayor precio que en competencia perfecta.

Para lograr que los beneficios obtenidos sean máximos, el monopolista debe averiguar en primer lugar sus costes y las características de la demanda del mercado. Dada esta información, debe decidir la cantidad que va a producir y vender. El precio que cobra por unidad se deriva directamente de la curva de demanda. Es decir, el monopolista debe fijar tanto la cantidad que vende como el precio que cobra.



3.5.2. Decisión de producción maximizadora de beneficios.

Como se vio en el apartado 3.1.2, para maximizar beneficios, la empresa debe fijar un nivel de producción tal que el ingreso marginal sea igual al coste marginal.

El ingreso medio del monopolista, el precio que percibe por unidad vendida, viene dado por la curva de demanda del mercado. Vamos a representar la curva de demanda de tal forma que el precio sea función de la cantidad. Si suponemos que la demanda es una línea recta cualquiera:

$$P = a - bQ$$

El ingreso marginal es:

$$IMa = \frac{d(P(Q) \cdot Q)}{dQ} = \frac{d(aQ - bQ^2)}{dQ} = a - 2bQ$$

Este ejemplo refleja el resultado para el caso de que la curva de demanda sea una recta, para cualquier otro tipo de curva de demanda se puede calcular del mismo modo:

$$IMa = \frac{d(P(Q) \cdot Q)}{dQ}$$

Igualando el ingreso marginal y el coste marginal obtenemos la cantidad de producción que maximiza los beneficios. En la Figura 3.13 observamos que esa cantidad se corresponde al valor Q^* . El precio al que se debe vender esa cantidad de producto se determina mediante la curva de demanda, obteniendo el precio de la cantidad Q^* correspondiente.

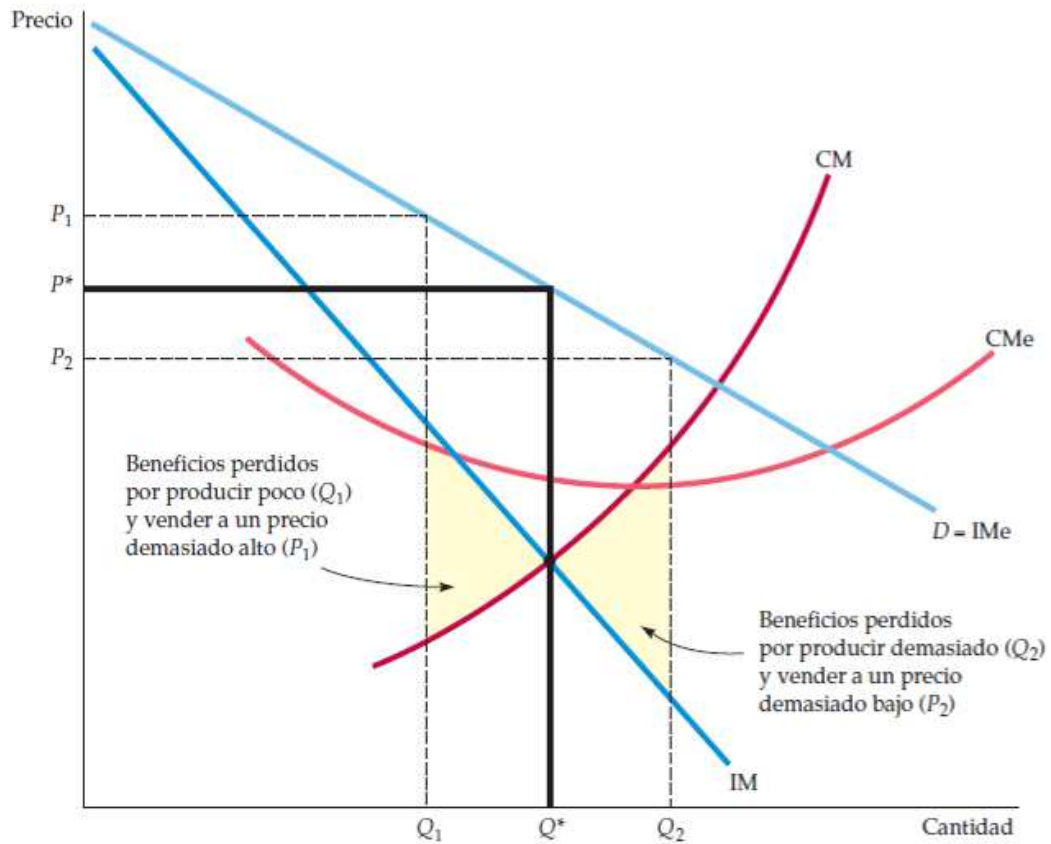


Figura 3.13. Maximización de beneficios del monopolista.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

En la gráfica también se muestra que para cantidades menores a Q^* , por ejemplo Q_1 , el beneficio no es máximo, el ingreso adicional por unidad vendida es mayor al coste marginal de producirla, por lo que se pueden obtener unos beneficios mayores aumentando la cantidad producida y bajando el precio. Si por el contrario producimos una cantidad mayor a Q^* , como el caso de Q_2 , estamos perdiendo beneficios, al producir unas unidades en las que el coste de producirlas es mayor al ingreso marginal que generan.

3.5.3. Poder de monopolio y fuentes de poder.

El monopolio puro es un caso muy inusual. Son mucho más habituales los mercados en los que compiten un número reducido de empresas. Más adelante se analizarán estos mercados en profundidad ya que las decisiones que cada una toma influyen de forma determinante en los resultados que obtiene el resto. Pero vemos ahora como



este número reducido de empresas se puede enfrentar a una decisión de producción similar a la del monopolista, y cómo se evalúa el poder de monopolio que tienen.

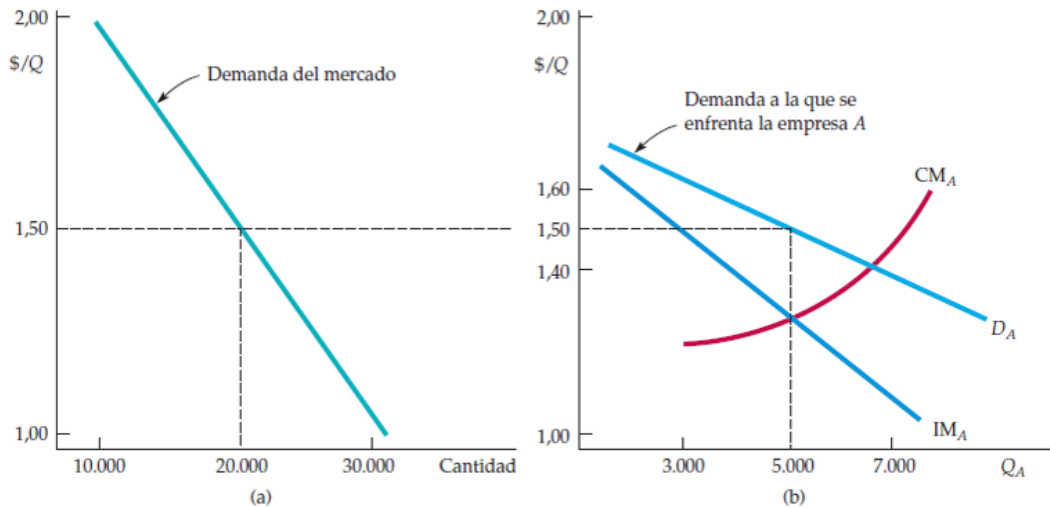


Figura 3.14. Demanda en un mercado formado por un número reducido de empresas.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

En las gráficas se ha supuesto un mercado en el que sólo existen cuatro empresas. La curva de demanda a la que se enfrenta la empresa A, es más elástica que la curva de demanda del mercado, pero no infinitamente elástica como la curva de demanda de empresas perfectamente competitivas. Por tanto, aunque la empresa A no sea un monopolista puro, tiene poder de monopolio, ya que puede influir en el precio, le es rentable cobrar un precio superior al coste marginal. Este poder de monopolio es menor que si fuera la única empresa del mercado, pero puede ser significativo.

Una forma de medir el poder de monopolio es evaluar en qué medida es el precio maximizador de beneficios superior al precio maximizador de beneficios en competencia perfecta (donde este debe ser igual al coste marginal). Esta medida se denomina índice de poder de monopolio de Lerner (L):

$$L = \frac{P - CMa}{P} \quad (3.7)$$

Este índice siempre tiene un valor comprendido entre cero y uno. Cuando la empresa es perfectamente competitiva, $P = CMa$ y $L=0$. Cuanto mayor es L, mayor es el poder de monopolio.



Uno de los factores que influye en este índice y por tanto en el poder de monopolio es la elasticidad de la demanda. Como vemos en la siguiente gráfica, cuando la demanda es elástica (a) el margen $P - CM$ es pequeño y el poder de monopolio es bajo, si la demanda es inelástica (b), ocurre lo contrario.

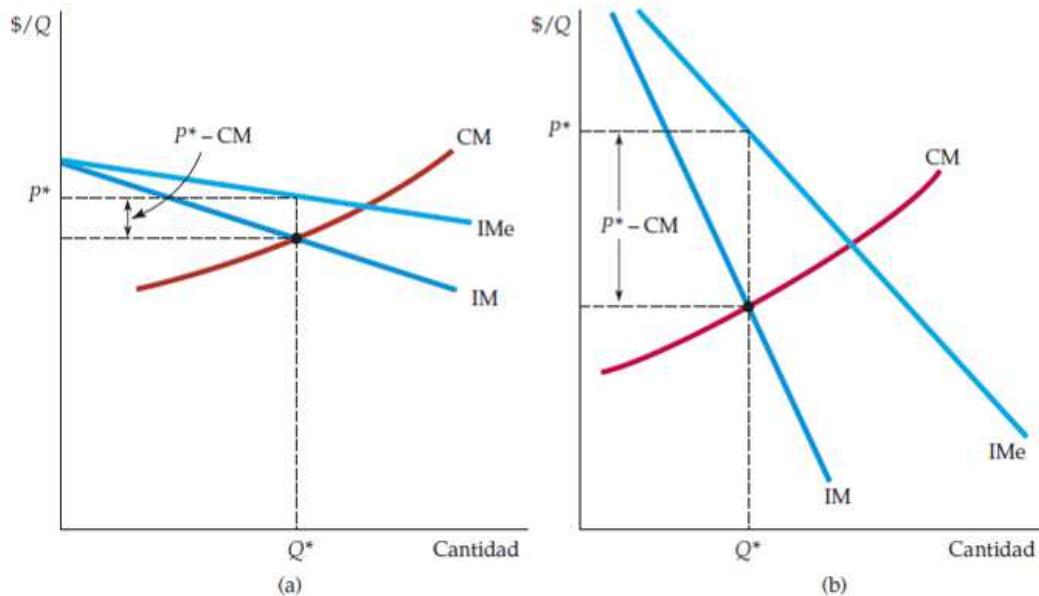


Figura 3.15. Influencia de la elasticidad de la demanda en el poder de monopolio.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Las principales fuentes de poder de monopolio son las siguientes:

- Elasticidad de la demanda del mercado: Cuanto más inelástica sea esta demanda, mayor es el poder de monopolio.
- El número de empresas que hay en el mercado: Si hay muchas, es poco probable que una empresa cualquiera pueda influir significativamente en el precio. De hecho, se puede analizar cómo va variando la elasticidad de la curva de demanda de una empresa en función del número presente en el mercado. Cuanto mayor sea el número de empresas, más se aproximará la curva de demanda de cada una de ellas a la de competencia perfecta (totalmente elástica), mayor será su elasticidad y por tanto, menor su poder de monopolio.



- La relación entre las empresas: Aunque haya un número muy limitado de empresas, si existe una gran rivalidad entre ellas por conseguir la mayor parte posible del mercado, no podrán subir en exceso su precio, y su poder de monopolio será bajo.

3.5.4. Análisis de los excedentes y el bienestar social.

En un monopolio, los precios son más elevados y la cantidad producida es menor que en el caso de competencia perfecta, por lo que se puede esperar que el bienestar de los consumidores empeore y el de los productores mejore respecto a los mercados perfectamente competitivos.

Para averiguar qué ocurre con el bienestar social total vamos a comparar el que se genera en el caso de que la industria sea competitiva, con el de un mercado en el que un monopolista abastece a todo el mercado. Una suposición fundamental que hacemos es que el mercado competitivo y el monopolista tienen las mismas curvas de costes.

El monopolista produce la cantidad que iguala su ingreso marginal con el coste marginal Q_m en la Figura 3.16, y vende al precio correspondiente P_m . En un mercado competitivo, el precio debe ser igual al coste marginal, por lo que el precio y la cantidad competitivos se dan en el punto de intersección de la curva de ingreso medio (curva de demanda que indica el precio para cada cantidad), con la curva de coste marginal. El precio y la cantidad de equilibrio son P_c y Q_c .

La variación del excedente del consumidor el monopolio respecto al mercado competitivo es:

$$\Delta EC = -A - B$$

La variación del excedente del productor es:

$$\Delta EC = +A - C$$

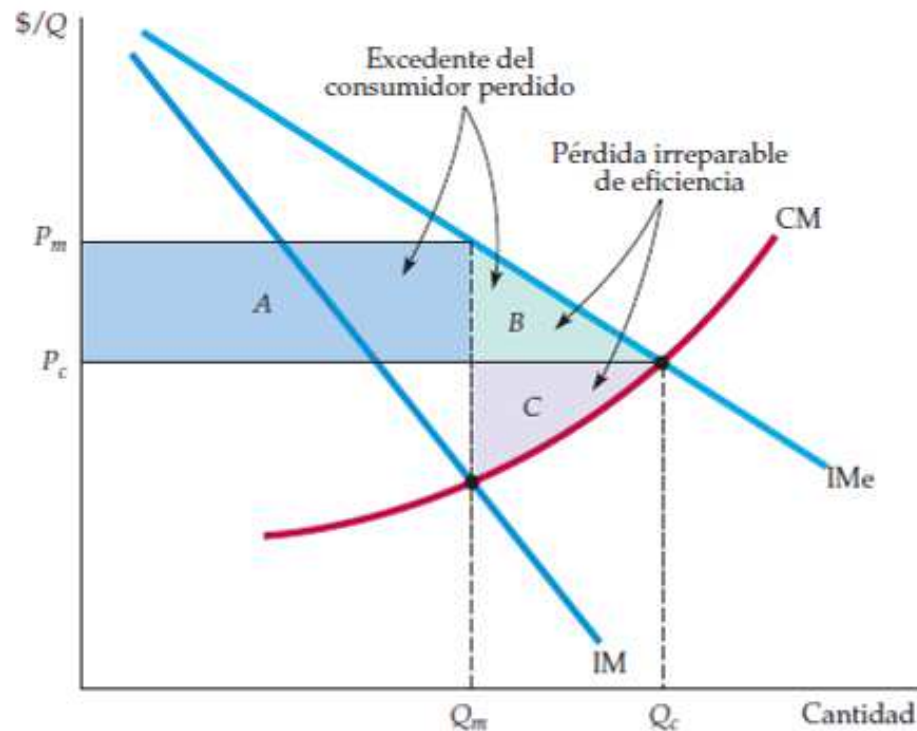


Figura 3.16. Análisis de excedentes en un monopolio.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Y la variación del bienestar social resulta:

$$\Delta BS = \Delta EC + \Delta EP = -B - C$$

Se produce una pérdida irrecuperable de eficiencia provocada por el poder de monopolio representada por los triángulos B y C. Esta pérdida irrecuperable de eficiencia es el coste social del poder de monopolio.

Las leyes antimonopolio tratan de impedir que las empresas acumulen excesivo poder de monopolio debido al coste social que ello implica. Uno de los medios que tiene el Estado para limitar ese poder es la regulación de precios.

El gobierno puede establecer un precio máximo inferior al que maximizaría los beneficios del monopolista. Al contrario de lo que ocurría en competencia perfecta, donde cualquier regulación de precios provocaba una pérdida irrecuperable de eficiencia, un monopolio puede mejorar su eficiencia si se regula adecuadamente el precio. Si se establece un precio que aproxime el precio y cantidad de equilibrio al



equivalente en competencia perfecta, se conseguirá mejorar la eficiencia del mercado.

3.6. MONOPSONIO.

3.6.1. Características.

De la misma forma que en un mercado donde hay un único vendedor o un número reducido de éstos existe poder de mercado, si en un mercado hay un número reducido de compradores, estos también tienen poder para influir en el precio que pagan por el producto. Se dice entonces que tienen poder de monopsonio, lo que les permite comprar el bien a un precio más bajo que el que estaría vigente en competencia perfecta.

Podemos distinguir entre monopsonio, si el mercado únicamente tiene un comprador, y oligopsonio, cuando hay un número reducido de compradores.

3.6.2. Decisión de compra del monopsonista.

Para decidir la cantidad que los consumidores deben comprar se puede aplicar el principio marginal básico: comprar unidades hasta que la última de ellas reporte un valor o utilidad adicional exactamente igual a su coste adicional.

El valor marginal del producto representa el beneficio o utilidad que reporta al consumidor la compra de una unidad adicional de un bien. La curva de demanda de una persona determina la utilidad marginal que da a un producto en función de la cantidad comprada. Por tanto, la curva de valor marginal de una persona es su curva de demanda. Por su parte, al coste adicional de comprar una unidad más de un bien le denominamos gasto marginal.

En la Figura 3.17 se muestra la comparación entre un vendedor o empresa perfectamente competitiva y un comprador perfectamente competitivo. En ese caso, ninguno de ellos puede influir en el precio del bien, por lo que para el comprador, el precio es el gasto medio por unidad y también es el gasto marginal, el coste de comprar una unidad adicional. El consumidor debe comprar la cantidad que iguala gasto marginal y valor marginal.

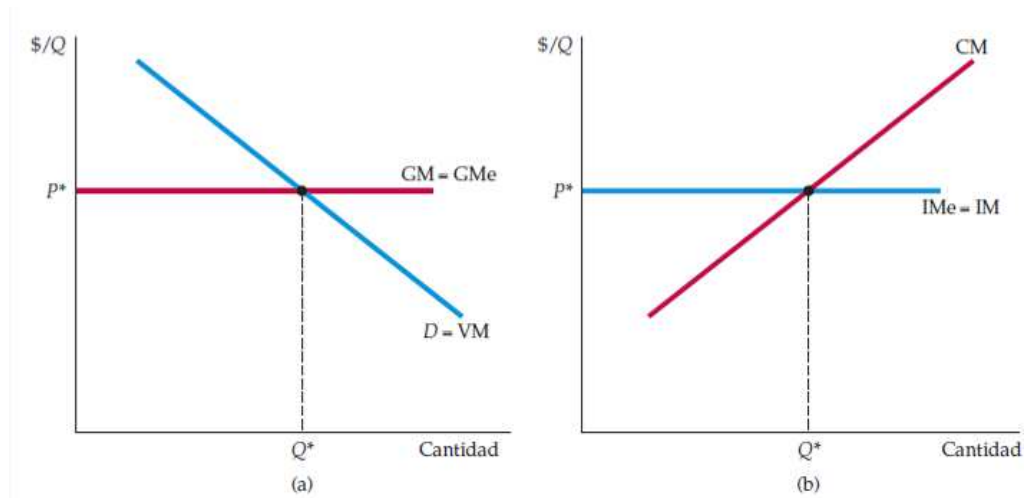


Figura 3.17. Comparación entre un comprador competitivo y un vendedor competitivo.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

En el caso de que exista un único comprador, para maximizar la utilidad de su compra, debe igualar el valor marginal derivado de la última unidad comprada y el gasto marginal en esa unidad. Esto se puede demostrar algebraicamente:

El beneficio neto o utilidad generada por la compra se puede expresar en función del valor que tiene la compra (V) y el gasto que supone (G):

$$BN(Q) = V(Q) - G(Q) \quad (3.8)$$

Para hallar el máximo igualamos la derivada respecto de la cantidad a cero:

$$\frac{dBN(Q)}{dQ} = 0 \rightarrow \frac{dV(Q)}{dQ} - \frac{dG(Q)}{dQ} = VMa - GMa = 0$$

Por lo que el beneficio se maximiza en la cantidad en la que:

$$VMa(q) = GMa(q) \quad (3.9)$$

El valor marginal es equivalente a la curva de demanda. Para hallar el gasto marginal a partir de la curva de oferta, expresamos esta como el precio en función de la cantidad: $P = P(Q)$. El gasto total G es el precio multiplicado por la cantidad, es decir $G = P(Q) \cdot Q$, y el gasto marginal es:



$$GMa = \frac{dG(Q)}{dQ} = \frac{d(P(Q) \cdot Q)}{dQ} = P(Q) + Q \frac{d(P(Q))}{dQ} \quad (3.10)$$

Igualando el gasto marginal con el valor marginal se obtiene la cantidad que debe comprar el monopsonista (Q_m^* en la Figura 3.18). Para esa cantidad obtenemos el precio correspondiente en la curva de oferta, P_m^* . Este precio y cantidad son inferiores al precio y cantidad que se alcanzarían en un mercado competitivo, Q_c y P_c .

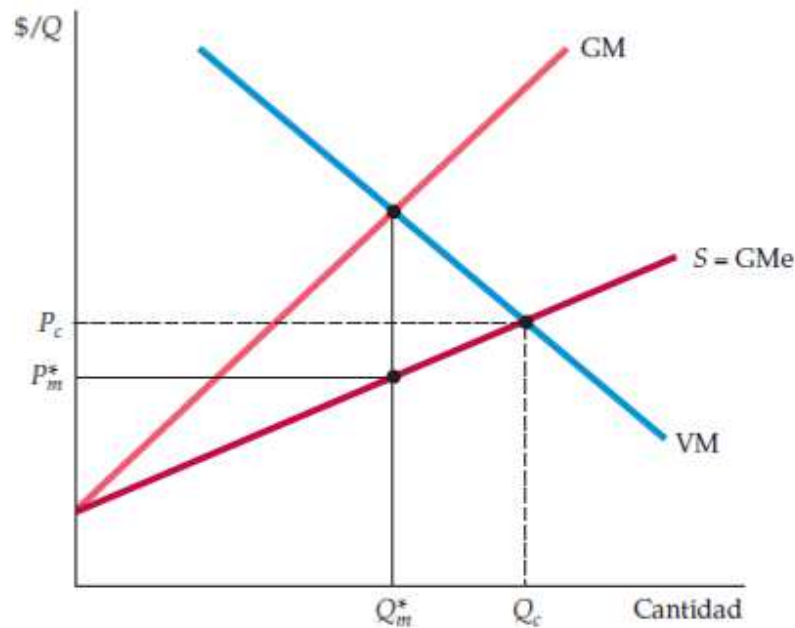


Figura 3.18. Decisión de producción del monopsonista.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

3.6.3. Poder de monopsonio y fuentes de poder.

En un mercado en el que sólo hay unos pocos compradores o uno solo, estos pueden comprar el bien a un precio inferior al precio competitivo (donde es igual al valor marginal). Análogamente a lo establecido para el monopolio, podemos medir el poder de monopsonio a partir del margen del precio establecido respecto al valor marginal:

$$\text{Poder de monopsonio} = \frac{VMa - P}{P} \quad (3.11)$$



Si analizamos las fuentes de poder del monopsonio, este depende de tres factores similares al poder de monopolio:

- La elasticidad de la oferta del mercado. Cuanto menos elástica es la curva de oferta, mayor puede ser la diferencia entre el gasto marginal y el gasto medio y más poder de monopsonio tiene el comprador. Esto se puede apreciar en la siguiente gráfica.

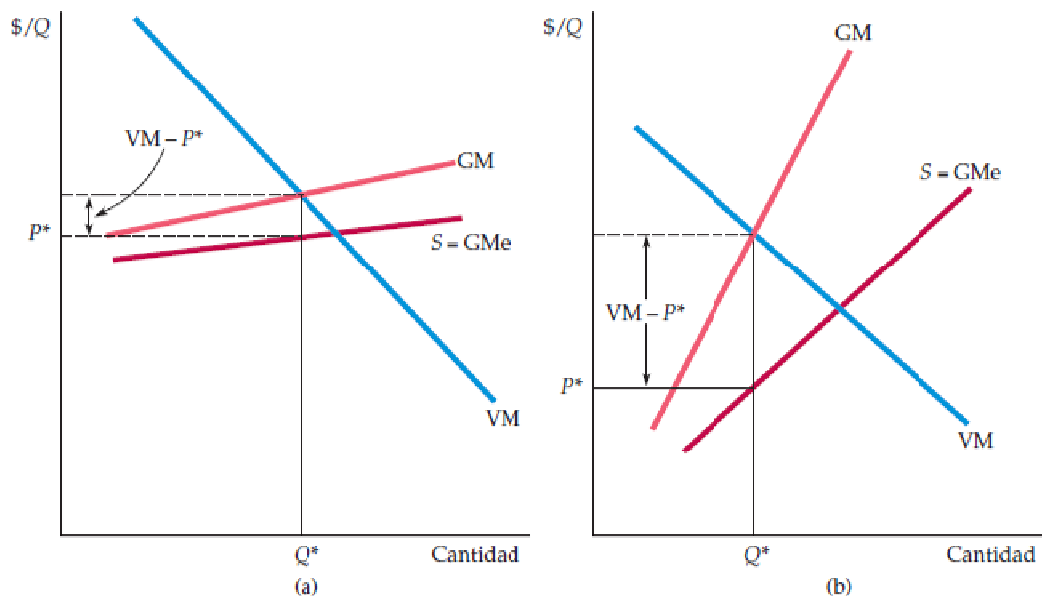


Figura 3.19. Influencia de la elasticidad de la oferta en el poder de monopsonio.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

- Número de compradores: A medida que el número de compradores va aumentando, es más difícil que uno de ellos pueda influir significativamente en el precio y la curva de oferta se va haciendo más elástica, por lo que disminuye el poder de monopsonio.
- Relación entre los compradores: Si los compradores compiten ferozmente, el precio irá subiendo hasta aproximarse al valor marginal del producto, por lo que tienen poco poder de monopsonio. En cambio, si no existe una competencia tan intensa o llegan incluso a coludir, su grado de poder de monopsonio puede ser muy elevado.



3.6.4. Análisis de los excedentes y el bienestar social.

Para averiguar cómo afecta el poder de monopsonio al bienestar social total, comparamos el excedente del consumidor y el productor que se obtiene en un mercado competitivo con el excedente que se obtiene en una situación de monopsonio.

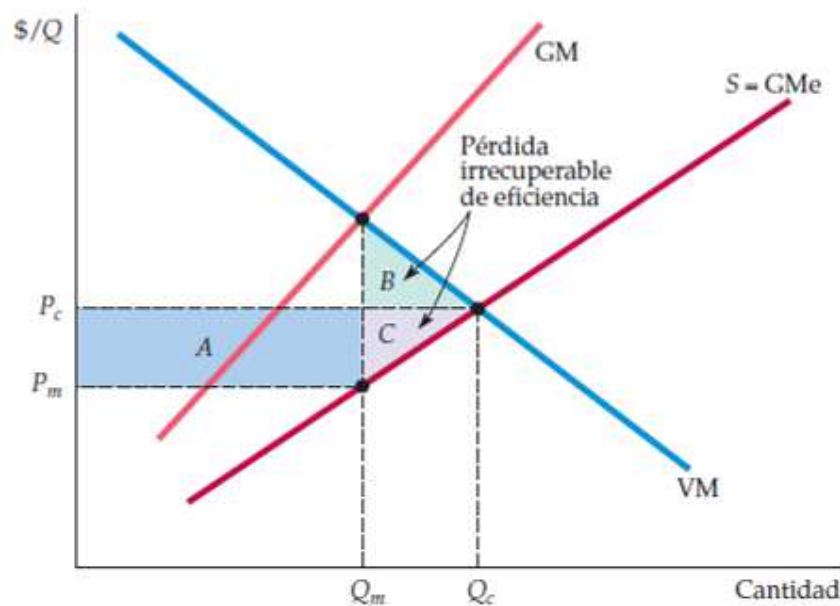


Figura 3.20. Análisis de excedentes en un monopsonio.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

El beneficio neto del monopsonista se maximiza comprando la cantidad Q_m al precio P_m , mientras que en competencia perfecta el precio debe ser igual al valor marginal, por lo que el precio y la cantidad competitivos, P_c y Q_c , se encuentran en el punto en el que se cortan las curvas de gasto medio y de valor marginal.

Al pasar de la situación de competencia perfecta a la de monopsonio, los productores venden una menor cantidad y perciben un precio más bajo, pierden una cantidad de excedente representada por $A + C$.

El comprador gana excedente al comprar a un precio más bajo (A), pero por otro lado pierde debido a que compra una menor cantidad que antes (B). Su variación de excedente es por tanto: $+ A - B$.



En conjunto la variación de bienestar social es:

$$\Delta BS = \Delta EC + \Delta EP = -B - C$$

Por tanto existe una pérdida irrecuperable de eficiencia que es el coste social del poder de monopsonio.

3.6.5. Monopolio bilateral.

Se denomina monopolio bilateral al mercado en el que hay un único vendedor y un único comprador. Es difícil saber qué precio y cantidad intercambiarán, tanto el comprador como el vendedor se encuentran en una situación de negociación. El resultado puede depender del tiempo del que dispongan, la paciencia o la capacidad de uno de ellos para convencer al otro.

El monopolio bilateral es un caso poco habitual. Son más frecuentes los casos en los que unos pocos productores que tienen poder de monopolio venden a unos pocos consumidores, los cuales tienen poder de monopsonio. En este caso también es difícil realizar una predicción del resultado de la negociación, el principio que sí que se puede aplicar es que el poder de monopolio y el poder de monopsonio tienden a contrarrestarse mutuamente.

3.7. COMPETENCIA MONOPOLÍSTICA.

3.7.1. Características.

La competencia monopolística es similar a la competencia perfecta en dos aspectos claves: hay una gran cantidad de empresas y no está limitada la entrada de otras nuevas al mercado. Sin embargo, se diferencia en que el producto está diferenciado. Esto ocurre en muchas industrias, cada empresa vende una marca o versión del producto que se puede diferenciar por su calidad, su aspecto, su reputación, etc. Los consumidores consideran que los productos que vende cada empresa son diferentes y están dispuestos a pagar precios diferentes por ellos.

Las dos características principales de la competencia perfecta son:



- Las empresas compiten vendiendo productos diferenciados, que son fácilmente sustituibles unos por otros, pero no son sustitutivos perfectos.
- Hay libertad de entrada y salida. Es relativamente fácil para las nuevas empresas entrar en el mercado con su propia marca y para las existentes abandonarlo si sus productos dejan de ser rentables.

3.7.2. Decisión de producción a corto y largo plazo.

Al igual que en el monopolio, las empresas se enfrentan en competencia monopolística a una curva de demanda de pendiente negativa. Tienen poder de monopolio, ya que pueden influir en el precio, fijándolo por encima del coste marginal. Sin embargo, al haber libertad de entrada y salida, es fácil para otras empresas entrar en el mercado si en él existen beneficios económicos.

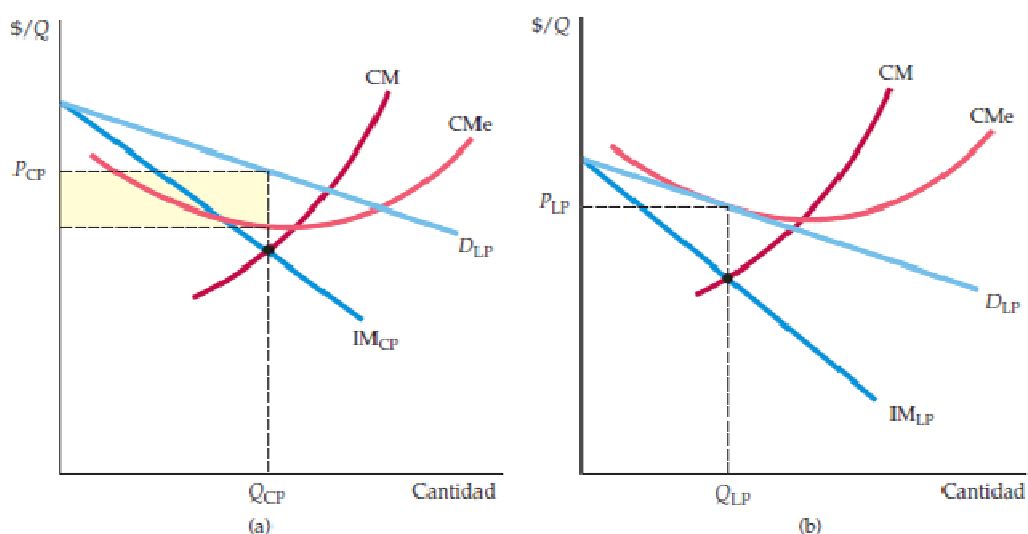


Figura 3.21. Competencia monopolística a corto y largo plazo.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

La parte (a) de la Figura 3.21 muestra la situación de una empresa en competencia monopolística a corto plazo. La curva de demanda es D_{CP} , y maximiza sus beneficios en la cantidad Q_{CP} que iguala el ingreso y el coste marginal. El precio correspondiente es P_{CP} , y al ser este mayor que el coste medio de la empresa para la producción de esta cantidad, la empresa obtiene beneficios.



A largo plazo (b), estos beneficios, hacen que otras empresas entren al mercado, introduciendo marcas rivales que causan una pérdida de la cuota de mercado de las que ya estaban en él. Si analizamos la curva de demanda de una de estas empresas, esta descende, y seguirá descendiendo debido a la entrada de nuevas empresas hasta que la curva de demanda sea tangente a la de coste medio de la empresa. En esta situación, la maximización de beneficios se da para la cantidad Q_{LP} y el precio P_{LP} . Al ser el precio de venta igual al coste medio, los beneficios económicos que obtiene la empresa son nulos y ya no hay nuevas empresas interesadas en acceder al mercado.

Como observación, se puede añadir que algunas empresas pueden tener costes distintos o una marca que les otorgue una ventaja respecto a otras, por lo que puedan cobrar precios algo diferentes y obtener pequeños beneficios.

3.7.3. Análisis de excedentes y bienestar social.

A corto plazo, la decisión que toma cada empresa es similar a la de un monopolista, estableciendo un precio superior al coste marginal, por lo que parece claro que se producirá una pérdida irrecuperable de eficiencia debida al poder de monopolio existente en esta estructura de mercado. A largo plazo, aunque los beneficios económicos se hayan reducido a cero, tenemos la misma situación, el precio de equilibrio es superior al coste marginal. La situación de máxima eficiencia se daría produciendo una cantidad de producto en el punto en el que se cortan la curva de demanda y la de coste marginal.

A pesar de que esta ineficiencia empeora el bienestar social, la competencia monopolística puede ser una estructura de mercado muy buena respecto a otras:

- Por un lado, en la mayoría de los mercados monopolísticamente competitivos suelen existir en ellos un número considerable de empresas cuyas marcas son bastante sustituibles unas por otras. Por ello, la curva de demanda de cada una de ellas es bastante elástica y como consecuencia, el poder de monopolio y la pérdida de eficiencia ocasionada serán pequeños.



- Por otro, esta estructura de mercado tiene una ventaja muy valorada por los consumidores, la posibilidad de elegir entre una amplia variedad de productos y marcas.

3.8. OLIGOPOLIO.

3.8.1. Características.

En un mercado oligopolístico, unas pocas empresas producen la mayor parte de un producto que puede o no estar diferenciado. En este tipo de mercados existen barreras de entrada que dificultan o impiden el acceso de nuevas empresas.

Pueden surgir barreras de entrada naturales, como economías de escala que hagan que no sea rentable para más de unas pocas empresas coexistir en el mercado, patentes, o la necesidad de una gran inversión para ganarse una buena imagen de la marca. Pero por otra parte, las empresas que ya están en el mercado pueden tomar medidas estratégicas para disuadir a otras empresas de entrar.

Gestionar una empresa oligopolística implica tener en cuenta cómo afectan las decisiones que se toman a las empresas rivales, y cómo es probable que éstas reaccionen; es necesario tener en cuenta importantes consideraciones estratégicas.

A su vez, cuando estamos tomando decisiones en cualquier ámbito (producción, precios, publicidad), hay que tener en cuenta que las empresas competidoras también estudiarán nuestras reacciones a las decisiones que ellas tomen. Cuando los directivos de una empresa evalúan las posibles consecuencias de sus decisiones, deben suponer que sus competidoras son tan racionales e inteligentes como ellas.

El oligopolio es un tipo de estructura muy extendido. La industria del automóvil, las compañías eléctricas de España y la distribución de combustible son ejemplos de oligopolios.

3.8.2. Equilibrio de un mercado oligopolístico: equilibrio de Nash.

Para hallar el equilibrio en competencia perfecta, o competencia monopolística, cada empresa puede considerar dada la curva de demanda o el precio de mercado y decidir



la cantidad a producir despreocupándose en gran medida de sus competidoras. Pero en un mercado oligopolístico, cada empresa elige el precio y el nivel de producción basándose en consideraciones estratégicas sobre la conducta de sus competidoras.

En mercados competitivos y monopolísticos, se alcanza el equilibrio cuando las empresas consiguen los mejores resultados posibles (maximizan beneficios), y no tienen razón alguna para cambiar su precio o nivel de producción.

En el oligopolio, una empresa quiere obtener el mejor resultado posible dado lo que hacen sus competidoras (que a su vez tratarán de obtener el mejor resultado posible dado el que obtiene esa empresa). Como las empresas obtienen el mejor resultado posible, no tienen incentivos para cambiar de estrategia por lo que el mercado se encuentra en una situación estable. Este principio explicado por primera vez por el matemático John Nash en 1951, se conoce como equilibrio de Nash.

3.8.3. Modelos para el análisis del oligopolio.

A continuación se muestran algunos modelos que analizan los resultados que se obtienen en los mercados oligopolísticos. Aunque algunos de ellos se explican para el caso concreto de un duopolio (mercado en el que sólo compiten dos empresas), los resultados principales son semejantes a los que se pueden esperar si hay más de dos empresas en el mercado.

3.8.3.1. Modelo de Cournot.

Este sencillo modelo de duopolio fue presentado por primera vez por Augustin Cournot en 1838. En él se supone que ambas empresas producen un bien homogéneo, la demanda es conocida y que ambas toman la decisión de la cantidad que van a producir al mismo tiempo (la variable sobre la que se toma la decisión es por tanto la cantidad). Para tomar esta decisión, cada empresa debe tener en cuenta lo que se puede prever que haga la competidora, ya que el precio y la cantidad de equilibrio depende de la producción total de ambas empresas.

La clave del modelo de Cournot es que cada una de las empresas considera fijo el nivel de producción de su competidora cuando decide la cantidad que va a producir. Por ejemplo, si la empresa 1 piensa que la empresa 2 no producirá nada, su curva de



demanda será la curva de demanda del mercado, y decidirá la cantidad a producir en base a esta y a su coste marginal. Por el contrario, si la empresa 1 supone que la 2 va a producir 100 unidades de producto, la curva de demanda de la empresa 1, es la curva de demanda del mercado desplazada 100 unidades. A partir de esa curva decide qué cantidad debe producir en esta ocasión.

En definitiva, se trata de hallar la cantidad maximizadora de los beneficios de la empresa, en función de la cantidad que se cree que producirá la empresa rival. La curva que muestra esta relación se denomina curva de reacción de la empresa. La curva de reacción de la empresa 1 se representa como $Q_1^*(Q_2)$. Si la empresa 2 realiza el mismo análisis se obtiene la curva de reacción de la empresa 2, $Q_2^*(Q_1)$.

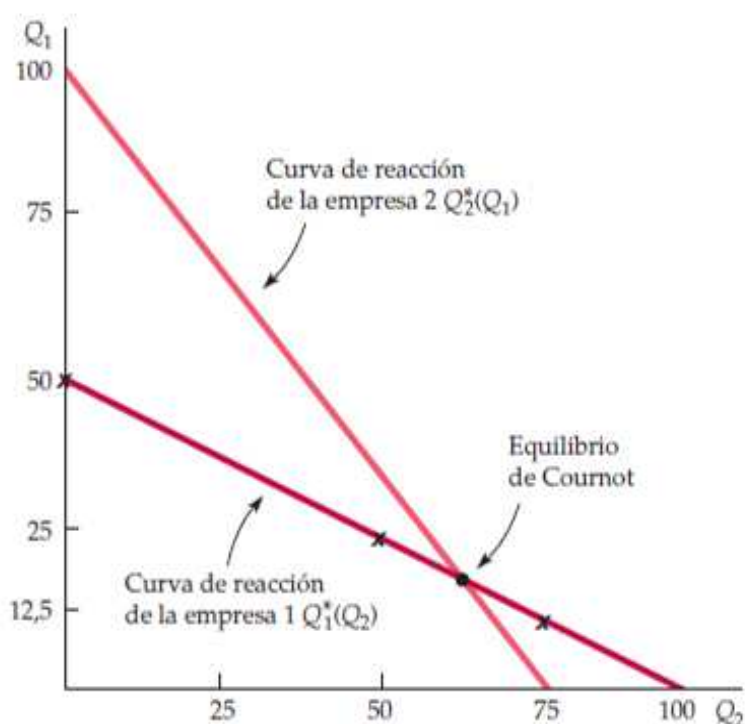


Figura 3.22. Curvas de reacción y equilibrio de Cournot.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Como cada empresa fija su nivel de producción según su curva de reacción, para que haya equilibrio las empresas deben elegir los niveles de producción del punto de intersección de ambas curvas. Este resultado es el equilibrio de Cournot, y en él cada empresa supone correctamente cuánto producirá su competidora, por tanto maximiza



beneficios y no tiene incentivos para cambiar su estrategia (es también un equilibrio de Nash).

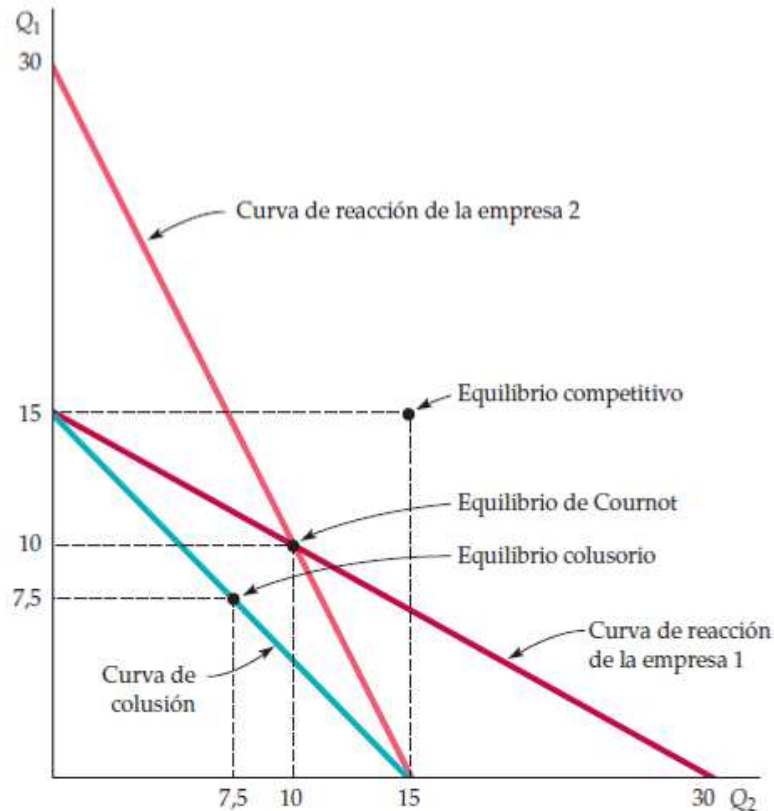


Figura 3.23. Comparación equilibrio de Cournot, colusorio y competitivo.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Se puede demostrar que la cantidad de equilibrio resultante del modelo de Cournot, es inferior a la resultante en un mercado competitivo (donde el precio de cada empresa es igual al coste marginal). Por otra parte, es superior a la que resultaría si las empresas pudieran coludir. Si se produjera la colusión, las empresas venderían una cantidad menor, y fijarían un precio mayor, para maximizar los beneficios totales de ambas, que luego se repartirían.

El modelo de Cournot es muy sencillo y tiene sus limitaciones. Por ejemplo, se puede dar el caso de que inicialmente se produzcan cantidades que se diferencian de las del equilibrio, (por ejemplo si la 1 desconoce los costes de la empresa 2, no puede saber su curva de reacción ni conocer el punto de intersección de las curvas). Este modelo no dice nada sobre la dinámica del proceso de ajuste, porque en él no se



cumple el supuesto fundamental según el cual cada empresa puede suponer que el nivel de producción de su competidora está fijo.

3.8.3.2. Modelo de Stackelberg.

El modelo de Stackelberg, al igual que el de Cournot, toma como variable de decisión la cantidad, pero a diferencia de este, una de las empresas decide la cantidad a producir antes que la otra. La empresa que toma primero la decisión debe considerar cuál será la reacción razonable de la competidora.

Supongamos que la empresa 1 es la primera en mover, y la empresa 2 decide después de la 1. La empresa 2 conocerá el nivel de producción de la 1 y decidirá producir una cantidad de acuerdo a su curva de reacción.

La empresa 1, para maximizar sus beneficios, elige su nivel de producción Q_1 , de tal forma que su ingreso marginal sea igual a su coste marginal. Como el ingreso de la empresa 1 depende de la cantidad que produzca la 2, Q_2 , necesita conocer cuánto producirá esta. Sin embargo, sabe que elegirá la cantidad en función de la curva de reacción (Q_2 es función de Q_1). En definitiva, la empresa 1 puede maximizar sus beneficios en base a una sola variable, Q_1 .

Una vez decidida la cantidad que produce la empresa 1, la empresa 2 elige la suya en base a su curva de reacción, y el resultado es que la empresa 1 produce una mayor cantidad y obtiene unos beneficios mayores. Tiene una ventaja por ser la primera en mover.

Esto es así porque anuncia su nivel de producción como un hecho consumado, ha elegido producir una cantidad elevada y lo hará sí o sí (la clave radica en que este anuncio resulte creíble). Por tanto, la única forma que tiene la empresa 2 de maximizar beneficios es considerar el elevado nivel de producción de la 1, y producir un nivel bajo de acuerdo a su curva de reacción. De esa forma se alcanzaría el equilibrio. Si produjera una cantidad mayor a ésta, presionaría a la baja en el precio y haría perder dinero a la empresa 1, pero ella también perdería dinero respecto a la situación de equilibrio descrita.



3.8.3.3. Modelo de Bertrand.

Este modelo toma como variable de decisión el precio. Fue desarrollado por Joseph Bertrand en 1883 y se aplica a empresas que producen el mismo bien homogéneo y que toman sus decisiones de precios al mismo tiempo.

Supongamos el caso de un duopolio en el que ambas empresas compiten eligiendo simultáneamente el precio de venta de sus productos. Como el bien es homogéneo, los consumidores sólo comprarán al vendedor cuyo precio sea más bajo. Por tanto, si los precios fijados son distintos, la que tenga un precio más bajo suministrará a todo el mercado y la otra no venderá nada (suponiendo que cada una de ellas por separado tiene suficiente capacidad para abastecer a todo el mercado). Sin embargo, si las dos cobraran el mismo precio, a los consumidores les daría lo mismo comprar a una u otra y se podría esperar que cada una abasteciera a la mitad del mercado.

El equilibrio de Nash en este caso es el resultado competitivo, es decir, fijar un precio igual al coste marginal (que se supone que es el mismo en las dos empresas), de forma que ambas obtendrían un beneficio económico nulo. Para verificar que es un equilibrio de Nash, se puede estudiar qué pasa si alguna de ellas decide alterar su precio. Si la empresa 1 subiera su precio, perdería todas sus ventas a favor de la 2. Si bajara su precio, capturaría todo el mercado, pero estaría perdiendo dinero en cada unidad, al cobrar un precio inferior al coste marginal. Lo mismo ocurriría con la empresa 2. Por tanto, ninguna de las dos tiene incentivos para modificar su precio, ambas están haciendo todo lo que pueden para maximizar los beneficios.

Si las dos empresas cobraran el mismo precio, pero éste fuera superior al precio competitivo, las dos obtendrían beneficios. Aunque en esta situación, a cada una de ellas le interesaría cobrar un precio ligeramente más bajo que su competidora para quedarse con todo el mercado. A continuación la competidora haría lo propio bajando su precio, y así sucesivamente hasta que se llegaría al precio competitivo, donde ninguna tendría incentivos para cobrar un precio menor.

En definitiva, a no ser que exista colusión entre las empresas (algo que prohíben las leyes), el precio de equilibrio será el competitivo ($p = CMa$).



Al tomar la decisión en base al precio en vez de la cantidad, se obtienen unos resultados muy diferentes a los del modelo de Cournot, ya que en este las empresas sí que obtenían beneficios.

Este modelo ha recibido varias críticas. En primer lugar, en mercados que producen un bien homogéneo, es más lógico que las empresas compitan fijando cantidades que precios. Por otra parte, aunque las empresas elijan el mismo precio, nadie garantiza la suposición de que las ventas se repartirán equitativamente entre las dos empresas. No obstante, es un modelo muy útil para demostrar que el resultado de equilibrio de un oligopolio puede depender de la variable de decisión elegida.

3.8.3.4. Modelo de competencia basada en precios con productos diferenciados.

Es habitual que los mercados oligopolísticos tengan cierto grado de diferenciación del producto en el diseño, rendimiento, durabilidad, etc. Además, aunque en algunos casos el producto sea prácticamente homogéneo, pueden existir diferencias de localización o servicios que ofrece la empresa. En este tipo de mercados lo lógico es que las empresas compitan eligiendo como variable de decisión el precio.

Si tomamos el caso de un duopolio, la demanda de cada empresa dependerá del precio de su producto y del precio del producto de su competidora. Es decir $Q_1 = Q_1(P_1, P_2)$ y $Q_2 = Q_2(P_2, P_1)$.

Suponemos que las empresas fijan sus precios al mismo tiempo y consideran fijo el precio de su competidora para determinar cuál debe ser el suyo si quieren maximizar beneficios. Al igual que para el modelo de Cournot, a cada precio que fije la empresa 2 le corresponde un precio maximizador de beneficios en la empresa 1. Se obtienen de esta forma las curvas de reacción de cada empresa.

El equilibrio de Nash se encuentra en el punto en el que se cortan las dos curvas de reacción. En ese punto, ambas empresas han estimado correctamente el precio de la competidora y cada empresa obtiene los mejores resultados posibles, dado el precio que ha fijado la empresa rival, por lo que ninguna tiene incentivos para alterarlo. Si las dos empresas pudieran coludir para maximizar el beneficio total, el precio establecido sería mayor que en el equilibrio de Nash, (ver Figura 3.24), y aumentarían los beneficios obtenidos.

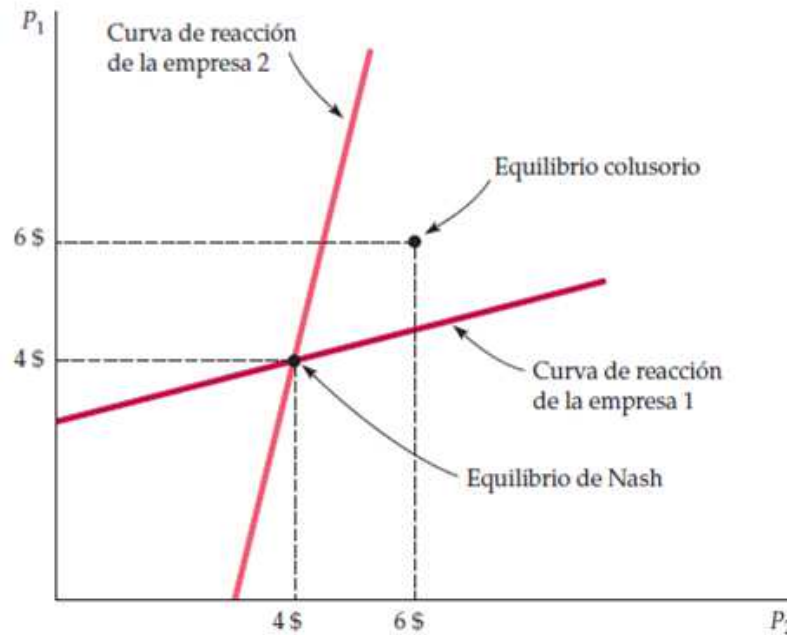


Figura 3.24. Equilibrio de Nash en base a precios con productos diferenciados.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Si estudiamos lo que ocurre en el caso de que una de las empresas fije su precio antes que la otra, el resultado es diferente al del modelo de Stackelberg, donde se decidía en base a las cantidades y el primero en mover tenía ventaja. Ahora es perjudicial para los intereses de la empresa ser la primera en establecer su precio, ya que la segunda empresa en decidir puede cobrar un precio algo más bajo y capturar una cuota mayor de mercado.

3.8.3.5. Modelo de la empresa dominante.

En ocasiones, una de las empresas pertenecientes a un oligopolio tiene una proporción muy significativa de las ventas totales y el resto del mercado es abastecido por empresas más pequeñas. En este caso, la gran empresa puede actuar como una empresa dominante, fijando un precio que maximice sus beneficios. Las demás, como apenas tienen poder para influir en el precio, actúan como empresas perfectamente competitivas y toman como dado el precio fijado por la empresa dominante. Para establecer este precio, la empresa dominante debe tener en cuenta la producción del resto de empresas según el precio que fije.

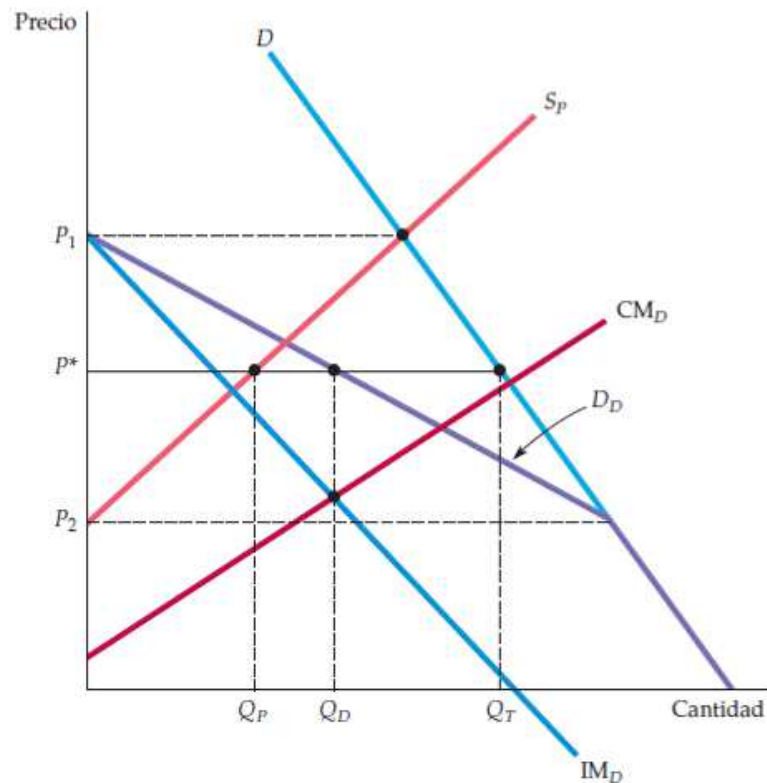


Figura 3.25. Fijación de precio en un mercado oligopolístico con una empresa dominante.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Vamos a observar la gráfica anterior para ver cómo se fija el precio en este mercado. La curva de demanda total es D , la oferta del grupo de empresas más pequeñas es S_p . Restando ambas curvas se obtiene la curva de demanda de la empresa dominante D_D . Al precio P_1 , las empresas periféricas a la dominante ofrecen una cantidad exactamente igual a la demanda del mercado, por lo que la empresa dominante no ofrece nada a este precio. Para precios inferiores a P_2 , este grupo de empresas no ofrecen nada, por lo que la curva de demanda de la empresa dominante es igual a la del mercado.

Para maximizar los beneficios de la empresa dominante, se halla la cantidad que iguala el ingreso marginal correspondiente a su curva de demanda (IM_D) con su coste marginal (CM_D). Se producirá la cantidad Q_D , y a partir de la curva de demanda se obtiene su precio correspondiente P^* . Las empresas periféricas venderán a este precio una cantidad Q_P .



3.8.4. Cárteles.

Un cártel es un acuerdo oficial entre varias empresas dentro de un oligopolio que coluden para fijar unos determinados precios y niveles de producción. Dependiendo de las condiciones que se den en el mercado y del número de productores que acepten los acuerdos del cártel, los precios se pueden elevar muy por encima de los niveles competitivos. Por ello están prohibidos en muchos países; sin embargo, la legislación de otros es menos rigurosa y permite el desarrollo de estos tipos de acuerdos.

Para que un cártel tenga éxito deben darse dos condiciones básicas:

- Debe crearse una organización estable donde sus miembros acuerden los niveles de precios y de producción y respeten este acuerdo. En ocasiones es difícil llegar a este acuerdo y mantenerlo. Cada miembro puede tener diferentes costes o valorar de forma diferente la demanda, y como consecuencia le puede interesar fijar un precio diferente al del resto. Además, todos los participantes están tentados en todo momento a reducir levemente su precio y capturar de este modo una cuota de mercado mayor.
- Las empresas dentro del cártel deben tener la posibilidad de conseguir un poder de monopolio importante. Si la curva de demanda es muy elástica, el cártel apenas tiene margen para subir el precio. Si por el contrario la demanda es muy inelástica, los beneficios de cooperar pueden ser muy grandes, lo que también ayuda a que las empresas tengan más interés en respetar sus acuerdos. Para que la demanda de los miembros del cártel sea inelástica, es importante que tanto la demanda total como la oferta del resto de empresas no pertenecientes al cártel sean inelásticas.

Los cárteles suelen estar formados por una parte significativa de los productores, que no obstante deben tener en cuenta la oferta del resto de productores que no pertenecen al mismo. Este tipo de mercados puede analizarse utilizando el modelo de la empresa dominante que se ha explicado en el apartado anterior (en este caso la empresa dominante sería el cártel en su conjunto).



A continuación se muestran las gráficas de dos cárteles, el del petróleo de la OPEP y el del cobre CIPEC. Realizando un análisis mediante el modelo de la empresa dominante, se observa que el precio fijado en el cártel de la OPEP, P^* , es sustancialmente superior al precio que se establecería en condiciones de competencia perfecta, P_c . Esto se debe a que tanto la demanda total como la oferta del resto de países no pertenecientes a la OPEP son inelásticas. Como consecuencia, la demanda de la OPEP también es inelástica y el cártel tiene un poder de monopolio considerable. Se obtendrán unos beneficios importantes que favorecen el éxito del cártel.

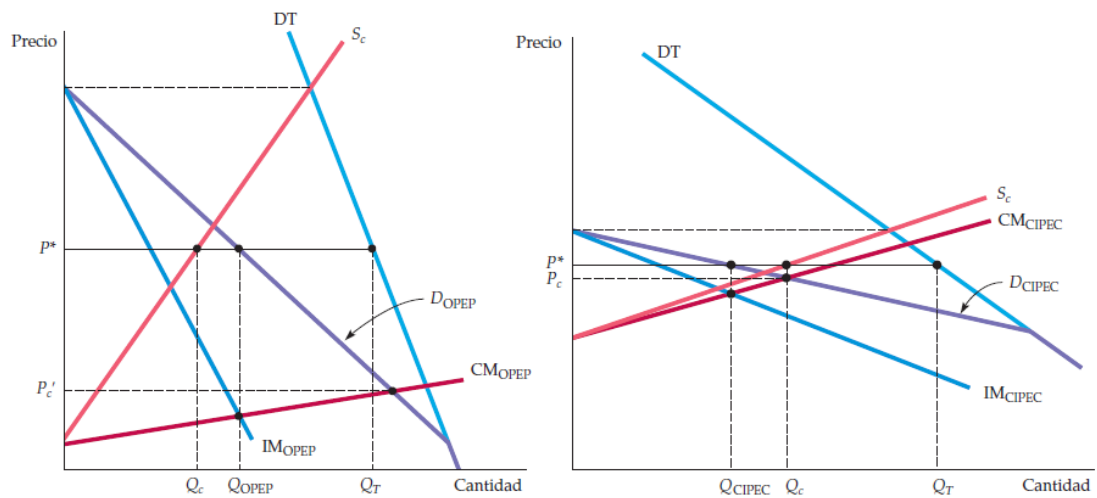


Figura 3.26. Comparación cártel OPEP y cártel CIPEC.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

Por el contrario, en el cártel del CIPEC (gráfica derecha), formado por cuatro países productores de cobre (Chile, Perú, Zambia y Congo), no es posible obtener un gran poder de monopolio. Se puede observar que los costes de este cártel no son muy diferentes a los del resto de países vendedores de cobre. La demanda del mercado es elástica, ya que el cobre puede sustituirse fácilmente por otras materias primas; y la oferta del resto de países también es relativamente elástica. Como consecuencia, la demanda del CIPEC es bastante elástica y el precio fijado por el cártel, P^* , no es muy superior al precio competitivo P_c . El poder de monopolio obtenido por el CIPEC es muy pequeño y apenas se obtienen beneficios por formar parte del cártel.



3.8.5. Acuerdos implícitos.

En un cártel se produce un acuerdo explícito que determina los precios y cantidades a intercambiar de cada una de las empresas que en él participan. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, este tipo de acuerdos son ilegales en muchos países.

No obstante, si la cooperación entre las empresas puede generar mayores beneficios que la competencia, sería deseable para estas llegar a un entendimiento implícito que establezca unos precios a niveles colusorios. Este objetivo es difícil de conseguir, ya que una empresa puede fijar un precio elevado esperando que su competidora haga lo mismo, pero ésta en cambio puede establecer un precio bajo para arrebatarle cuota de mercado, lo que desataría una guerra de precios.

Las empresas fijan su nivel de producción y precio una y otra vez, observando atentamente la conducta de sus competidoras lo que les permite crearse una reputación de la que puede surgir la confianza. Los directivos pueden acabar cansándose de perder dinero como consecuencia de las guerras de precios; y llegados a ese punto, sería más factible establecer un acuerdo implícito para mantener unos precios elevados y no tratar de arrebatar clientes a sus competidoras.

3.8.5.1. Rigidez de los precios.

Este tipo de acuerdos implícitos suelen ser frágiles, ya que cualquier variación del precio de una de las empresas, por ligera que sea, puede ser vista por la competencia como un intento por ganar cuota de mercado. Por ello, es característica la rigidez de los precios en algunos mercados oligopolísticos. A pesar de que varíen los costes o la demanda, las empresas son reacias a modificar su precio. Si lo bajan pueden transmitir un mensaje erróneo a las competidoras y desencadenar una guerra de precios. Si lo suben, corren el riesgo de que las competidoras no suban el suyo.

Esta rigidez es la base del modelo de oligopolio basado en la curva de demanda quebrada. En él cada empresa se enfrenta a una curva de demanda quebrada al precio vigente en ese momento P^* . Para precios superiores, la curva es muy elástica, ya que se supone que los demás no subirán el precio y se perderán parte de sus ventas. Para precios inferiores a P^* es más inelástica, porque si la empresa baja su precio, se espera que el resto hagan lo mismo.



Este modelo no explica la fijación del precio en el mercado oligopolístico, cómo se llega a ese precio P^* , pero es útil para describir la rigidez de los precios en los mercados oligopolísticos.

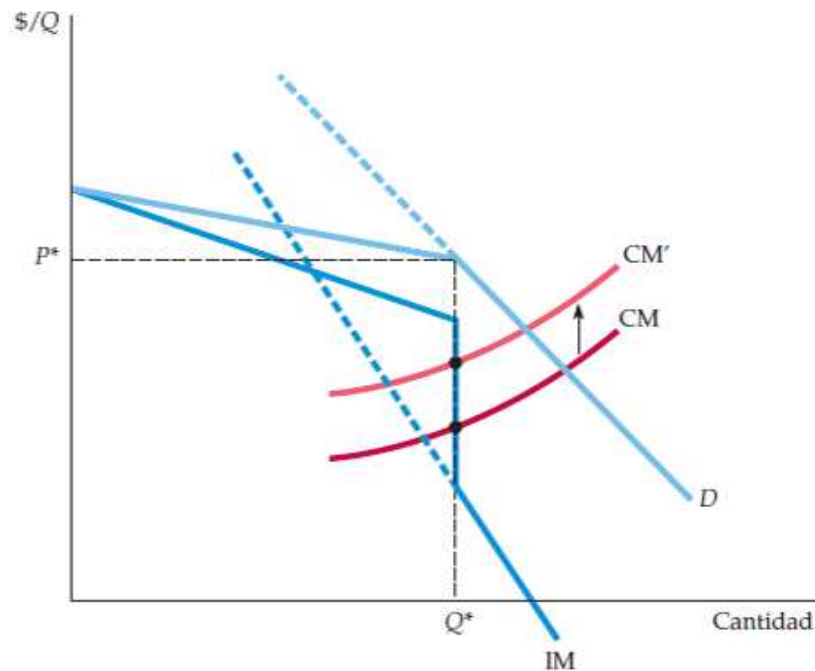


Figura 3.27. Modelo de la curva de demanda quebrada.

Fuente: Microeconomía. Robert. S. Pindyck y Daniel L. Rubinfeld.

3.8.5.2. Señales y liderazgo de precios.

Uno de los principales problemas para fijar los precios por medio de la colusión implícita es la dificultad de las empresas para ponerse de acuerdo en el precio adecuado sin comunicarse.

Las señales de precios pueden ayudar a solventar este problema. Se trata de que una empresa anuncie una subida de su precio con la esperanza de que sus competidoras lo interpreten como una señal de que también deben subir el suyo. Algunas veces se establece la pauta de que una empresa anuncia periódicamente las modificaciones en el precio y las demás empresas la secundan. La primera empresa es la líder en precios y las demás son seguidoras de precios.



3.8.6. Teoría de juegos y oligopolio.

Un juego es una situación en la que los jugadores toman decisiones en las que tienen en cuenta las acciones y las respuestas de los demás, toman decisiones estratégicas. Cada una de estas decisiones reporta unas ganancias a los jugadores y uno de los objetivos clave en teoría de juegos es averiguar la estrategia óptima para cada jugador, aquella que maximiza su ganancia esperada.

En el desarrollo de los siguientes puntos se supondrá que todos los jugadores son racionales, es decir, tienen en cuenta las consecuencias de sus decisiones, aunque en la vida real esto no siempre es así. En definitiva, se trata de analizar cuál debe ser la conducta de una empresa para maximizar sus beneficios, teniendo en cuenta que sus decisiones afectan al resto de empresas, que también quieren maximizar los beneficios.

3.8.6.1. Tipos de juegos.

Juegos cooperativos: En ellos los jugadores pueden negociar contratos vinculantes que les permitan adoptar estrategias conjuntas. Por ejemplo, dos empresas que negocian una inversión conjunta para desarrollar una nueva tecnología.

Juegos no cooperativos: Tipo de juego en el que no es posible negociar y hacer cumplir un contrato vinculante entre jugadores. Un ejemplo es la fijación de precios de dos empresas en un duopolio.

3.8.6.2. Tipos de estrategias.

Recordamos el concepto de equilibrio de Nash, que es muy útil para el estudio de los diferentes tipos de estrategias existentes. En el equilibrio de Nash, una empresa obtiene el mejor resultado posible, dado el que obtiene la competidora; y la competidora obtiene el mejor resultado posible dado el que obtiene la primera empresa. Por ello, ninguna de ellas tiene incentivos para cambiar de estrategia.

Un caso especial del equilibrio de Nash es el equilibrio de *estrategias dominantes*. En este tipo de estrategias, una de las alternativas es óptima independientemente de lo que haga el adversario. Por compararlo con el equilibrio de Nash, en un equilibrio



de estrategias dominantes una empresa obtiene el mejor resultado posible independientemente del que obtenga la competidora; la competidora también consigue el mejor resultado posible, independientemente del que obtenga la primera empresa, y ninguna tiene incentivos para cambiar su estrategia.

Como ejemplo se puede tomar la situación en la que dos empresas deben decidir si invierten o no en publicidad. Se muestra en la Tabla 3.2 la matriz de ganancias de los posibles resultados del juego, (la primera cifra en cada celda corresponde a la Empresa A y la segunda a la Empresa B).

		Empresa B	
		Hacer publicidad	No hacer publicidad
Empresa A	Hacer publicidad	10, 5	15, 0
	No hacer publicidad	6, 8	10, 2

Tabla 3.2. Ejemplo equilibrio de estrategias dominantes.

Se puede observar que para ambas hacer publicidad es una estrategia dominante. Si la empresa B hace publicidad, la A gana 10 si la hace, pero sólo 6 en caso contrario. Si la empresa B no hace publicidad, la A puede ganar 15 haciéndola, y 10 en caso de que no la haga. Por tanto, independientemente de lo que haga la empresa B, la mejor opción para la A es hacer publicidad. Lo mismo ocurre con la empresa B. Por tanto, el resultado esperable de este juego es que ambas empresas hagan publicidad, se trata de un equilibrio de estrategias dominantes.

Si por ejemplo sólo la A tiene una estrategia dominante, la B debe suponer que la empresa A utilizará esta estrategia, y decidir en base a esto, cuál es su mejor alternativa.

Otro tipo de estrategias son las *maximin*, que tratan de maximizar la ganancia mínima que puede obtenerse. Estas estrategias son conservadoras, pretenden protegerse frente a posibles errores estratégicos del rival por falta de información o racionalidad limitada, y no consiguen maximizar los beneficios, (por tanto no cumplen algunas de las hipótesis básicas de la economía neoclásica).



		Empresa 2	
		Invertir	No invertir
Empresa 1	Invertir	20, 10	-100, 0
	No invertir	-10, 10	0, 0

Tabla 3.3. Estrategia maximin.

En este juego, dos empresas deben decidir si invierten o no en una nueva tecnología. Para la empresa 2, invertir es una estrategia dominante, por lo que la 1 puede esperar que así lo haga. En ese caso, para la 1 también sería lo mejor invertir. Sin embargo, si la empresa 2 cometiera un error y no invirtiera, el coste sería muy alto para la 1. Así que si la empresa 1 sospecha que sus competidores no son totalmente racionales o no están perfectamente informados, podría preferir no invertir. De esta forma el peor resultado posible es perder 10 millones de dólares y no 100 como en el caso anterior.

Otra posible estrategia es la *maximización de la ganancia esperada*. En ella la empresa asigna probabilidades a cada una de las acciones de su competidora, y evalúa la ganancia esperada de cada alternativa.

En el ejemplo anterior, la empresa 1 puede prever que hay un 10 % de posibilidades de que la empresa 2 no invierta. Su ganancia esperada de invertir es: $0,1 \cdot (-100) + 0,9 \cdot 20 = 8$ millones de dólares. La de no invertir es: $0,1 \cdot 0 + 0,9 \cdot (-10) = -9$ millones de dólares. De acuerdo con esta estrategia, la empresa 1 debería invertir.

Todas estas estrategias son *estrategias puras*, en las que el jugador realiza una determinada elección o acción. Otro tipo de estrategias son las *estrategias mixtas*, en las que el jugador elige entre varias posibilidades basándose en un conjunto de probabilidades elegidas.

3.8.6.3. Dilema del prisionero.

El dilema del prisionero es un ejemplo clásico de teoría de juegos, que ayuda a entender el problema al que se enfrentan las empresas en el oligopolio. Tenemos a dos prisioneros acusados de cometer un delito, que se encuentran en celdas separadas, por lo que tienen imposible comunicarse entre sí. Se pide a cada uno de ellos que confiese. Si confiesan ambos, cada uno es condenado a cinco años de cárcel. Si no confiesa ninguna, será difícil demostrar todos los cargos que se les



imputan por lo que la condena quedará en dos años. Si sólo confiesa uno de los dos, el que confiese será condenado a un año de prisión y el otro a diez. Los posibles resultados se recogen en la siguiente matriz de ganancias.

		Prisionero B	
		Confesar	No confesar
Prisionero A	Confesar	-5, -5	-1, -10
	No confesar	-10, -1	-2, -2

Tabla 3.4. Dilema del prisionero.

Los prisioneros se enfrentan a un dilema. Si pudieran ponerse de acuerdo para no confesar, los dos serían condenados solamente a dos años, pero no pueden comunicarse y puede que tampoco confiar el uno en el otro. No obstante, está claro que independientemente de lo que haga el prisionero B, el A sale ganando si confiesa. En igual situación se encuentra el prisionero B. Por tanto, estamos ante un equilibrio de estrategias dominantes, probablemente ambos confesarán y serán condenados a cinco años de cárcel.

Las empresas oligopolísticas se encuentran a menudo con un juego similar. Deben decidir si compiten ferozmente, tratando de capturar una mayor cuota de mercado, o si cooperan y compiten más pasivamente conformándose con la cuota de mercado que tienen e incluso coludiendo para subir los precios. En este segundo caso obtienen unos mayores beneficios, pero al igual que en el dilema del prisionero, cada empresa tiene incentivos para bajar el precio, ¿pueden confiar en sus competidoras si la ley prohíbe establecer un acuerdo explícito? Hemos visto en el apartado 3.8.5 que es difícil pero en ocasiones se puede lograr un entendimiento implícito.

3.8.6.4. Juegos consecutivos, credibilidad.

En los juegos que se han analizado hasta ahora, los dos jugadores toman sus decisiones al mismo tiempo. Los juegos consecutivos son aquellos en los que los jugadores llevan a cabo sus elecciones y acciones sucesivamente. Por ejemplo, la decisión de una empresa de hacer publicidad y la respuesta de su competidora o la inversión que realiza una empresa para disuadir a otra de entrar. En un juego



consecutivo, lo esencial es imaginar las acciones y reacciones racionales que es probable que realice cada jugador.

En el ejemplo se muestran los resultados posibles para cada nivel de producción elegido por dos empresas.

		Empresa 2		
		Q = 7,5	Q = 10	Q = 15
Empresa 1	Q = 7,5	112,5, 112,5	93,75, 125	56,25, 112,5
	Q = 10	125, 93,75	100, 100	50, 75
	Q = 15	112,5, 56,25	75, 50	0, 0

Tabla 3.5. Elección del nivel de producción de dos empresas.

Cuando ambas empresas eligen el nivel de producción al mismo tiempo, el equilibrio de Nash (que sería un equilibrio de Cournot), resultaría en el caso en el que ambas produjeran 10 unidades, por lo que los beneficios serían de 100. En cambio, si una de las empresas mueve antes que la otra los resultados pueden ser diferentes, (como explicaba el modelo de Stackelberg).

Supongamos que la empresa 1 es la primera en mover. Puede fijar su nivel de producción en 7,5, en ese caso, la mejor respuesta de la empresa 2 es fijar el suyo en 10, con lo que ganaría 125 y la empresa 1 ganaría 93,75. Si fijara su cantidad en 15, la mejor opción para la empresa 2 es producir 7,5; de forma que la empresa 1 ganaría 112,5 y la 2, ganaría 56,25. Por tanto si la empresa 1 es la primera en mover elegirá producir 15 unidades y la empresa 2 no tendrá otra opción que producir 7,5 y obtener unos beneficios más bajos que en el caso del equilibrio de Cournot.

El principal problema al que se enfrenta la empresa 1 es dar credibilidad a su intención de producir 15 unidades. Debe comprometerse y anunciarlo como un hecho consumado para no dar otra opción a la empresa 2 que aceptar este nivel de producción y conformarse con sus bajos beneficios. En caso de que la 1 pudiera cambiar su nivel de producción, la 2 respondería con un nivel elevado de producción para forzar este cambio.



Aunque pueda resultar contradictorio en un principio, la única forma de limitar la conducta de la empresa 2 es que la propia empresa 1 reduzca sus posibilidades. Debe dar a entender que su decisión de producir una cantidad elevada es irrevocable, y que le resultaría imposible cambiar su decisión. Por ejemplo, puede firmar un contrato por la venta de esas 15 unidades bajo una exigente penalización en caso de incumplimiento y hacerlo público.

Otro tipo de situación en la que puede ser clave este aspecto es en la disuasión de entrada que pueden llevar las empresas de una industria para evitar el acceso de competidoras. Para disuadirlas de entrar, la empresa o empresas existentes deben convencerlas de que no es rentable acceder al mercado.

Supongamos el caso de un monopolista, que trata de disuadir a otra empresa en entrar en el mercado. Si el monopolista sigue manteniendo su precio, la empresa puede acceder al mercado y obtener beneficios, reduciendo los del monopolista. En cambio, si aumenta su producción y baja el precio, deja de ser rentable para la otra empresa entrar. El monopolista puede amenazar con bajar el precio si la empresa accede al mercado, pero la otra empresa puede pensar por ejemplo que no tiene capacidad suficiente para aumentar la producción y bajar el precio, no se cree su amenaza, y entra al mercado de todas formas. Si el monopolista quiere disuadir a la otra empresa de entrar, debe comprometerse de forma creíble. Por ejemplo, puede realizar una inversión para aumentar su capacidad de producción. Ahora el competidor sabe que si entra, comenzará una guerra de precios que no le interesa, y probablemente se mantendrá fuera. El monopolista ha tenido que reducir sus beneficios realizando esta inversión, pero probablemente se verían más reducidos si la empresa rival accede al mercado.

A pesar de que este tipo de compromisos estratégicos pueden ser eficaces para aumentar los beneficios, son arriesgados y dependen de que se conozca con bastante precisión la matriz de ganancias y la industria.

**4- DESARROLLO Y
ANÁLISIS DE LOS
MODELOS DE
MERCADO BASADOS
EN AGENTES.**



4. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE MERCADO BASADOS EN AGENTES.

Se comenzará el capítulo realizando una breve introducción a la simulación computacional y concretamente a la simulación basada en agentes. En ella se mostrará la gran utilidad de las nuevas tecnologías para el desarrollo de modelos que traten de explicar el comportamiento de sistemas complejos de diferentes campos científicos.

En segundo lugar se explican los modelos de mercado creados, atendiendo a qué hipótesis emplean, cuál es el algoritmo de decisión implementado y cuáles son las opciones y variables de entrada y salida de cada uno de ellos.

Una vez descritos los modelos, se recogen los resultados obtenidos mediante su ejecución y la realización de simulaciones, y las conclusiones que se pueden extraer de dichos resultados, en continua comparación con los que predice la Economía Neoclásica.

Para finalizar se enumeran algunas de las posibles líneas futuras de investigación que pueden mejorar y complementar el trabajo desarrollado en este proyecto.

4.1. MODELADO DE SISTEMAS COMPLEJOS MEDIANTE SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES ⁷.

Un sistema complejo puede definirse como un conjunto de elementos en interacción. En ellos, los componentes pueden percibir el entorno y responder a cambios en él de forma diferente, por lo que todos tienen un importante grado de autonomía. La organización del sistema y su comportamiento no está controlada ni dirigida por ningún ente exterior al sistema. Además, muchos sistemas complejos son también adaptativos: el comportamiento de los individuos puede evolucionar en el tiempo y responder a cambios en el entorno. Todo ello implica una gran dificultad para conseguir un modelo que pueda describir estos sistemas. Como ejemplos de sistemas complejos tenemos organismos pluricelulares, ecosistemas, economías...

Las nuevas tecnologías y el gran desarrollo de los microprocesadores hacen posible la existencia de diversas técnicas de modelado de sistemas complejos. Estos modelos



permiten complementar modelos no formales (muchas veces verbales) de sistemas complejos y modelos matemáticos más abstractos. Los modelos verbales no tienen el rigor formal necesario para generalizar a partir de ellos, y los modelos matemáticos, suelen plantear fuertes restricciones e hipótesis para facilitar su cálculo, que podrían alejarlos de la realidad.

La simulación basada en agentes es una técnica de modelado computacional que nos permite construir modelos formales con la riqueza descriptiva de los modelos verbales.

4.1.1. Introducción al proceso de modelado científico.

El proceso comienza con la observación de un sistema real. Se analiza en profundidad el sistema que se va a estudiar, incluyendo frecuentemente recogida de datos relativos al mismo.

A continuación, el modelo se construye realizando un proceso de abstracción, mediante el que se elimina parte de la complejidad del modelo, y pasamos a centrarnos en los aspectos esenciales en el comportamiento del sistema, o en aquellos aspectos en los que queramos profundizar nuestro análisis, prescindiendo de aquello que no consideremos fundamental.

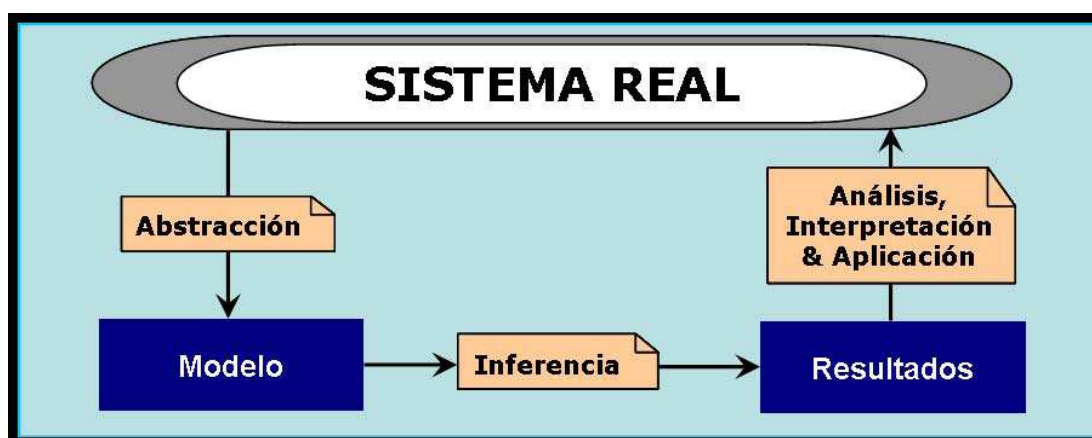


Figura 4.1. Esquema del proceso de modelado científico.

Fuente: Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. Luis R. Izquierdo, José M. Galán, José I. Santos y Ricardo del Olmo.



Una vez diseñado el modelo, se puede realizar un proceso de inferencia para averiguar las implicaciones lógicas que se derivan de las premisas que definen el modelo. Esto generará una serie de resultados, que se analizarán e interpretarán y en último término se compararán las conclusiones obtenidas con el comportamiento observado en el sistema real.

En este punto se entra en un proceso cíclico, que nos permite cambiar el comportamiento del modelo, asumiendo otras premisas o modificando las ya existentes para extraer nuevas conclusiones o conseguir un modelo más fiel al sistema real.

Para esta retroalimentación del modelo son necesarios dos procesos:

- **Verificación:** Consiste en comprobar que el modelo desarrollado cumple los requisitos de diseño auto-impuestos por el modelador, es decir, se verifica que el modelo está realizando lo que el modelador ha pretendido en su desarrollo, evitando resultados incoherentes con las premisas de partida.
- **Validación:** Pretende valorar la utilidad del modelo atendiendo al sistema real que representa. Se analiza si cumple el propósito con el que fue diseñado y es fiel al sistema real que se quiere analizar. Para ello se pueden valorar la forma en que los resultados obtenidos con el modelo se ajustan a los valores empíricos observados en la realidad.

Aunque las conclusiones extraídas del modelo no describirán con total exactitud lo que ocurre en el sistema real, permitirán obtener un conocimiento más profundo que si no se empleara ningún modelo.

4.1.2. Modelado computacional de sistemas complejos y simulación computacional.

Hoy en día, usando las nuevas tecnologías se puede implementar y analizar el comportamiento de modelos formales de sistemas complejos. Un modelo que está implementado y que puede ejecutarse en un ordenador es un modelo formal. Por tanto, los modelos computacionales, al igual que los modelos matemáticos son modelos formales.



La simulación computacional es una herramienta que nos permite estudiar el modelo creado a una velocidad tremendamente superior al que lo haría la mente humana, por lo que nos permite incluir premisas y tomar hipótesis menos restrictivas a las del caso de un modelo matemático tradicional. El resultado es un modelo potencialmente más realista, pero que a su vez conserva el rigor formal.

Cuando se trata de modelizar sistemas complejos, no es habitual construir directamente el modelo formal sobre el sistema real. Generalmente, consciente o inconscientemente se abstrae un modelo intermedio de cómo se cree que funciona el sistema real, y es esa abstracción la que se modeliza formalmente.

En la Figura 4.2, se muestra el proceso de desarrollo de un modelo computacional. Aunque en este esquema se distingue entre varios roles, experto, modelador y ordenador, muchas veces, el experto y el modelador es la misma persona.

Se describen a continuación las etapas del proceso:

Abstracción: El experto, mediante la observación y el análisis del sistema real, define los objetivos que se pretenden alcanzar mediante el modelado, identifica los elementos más importantes del sistema y las interacciones entre los mismos, lo que conduce a un primer modelo en el que se incluyen los aspectos más relevantes del sistema que se va a analizar.

Diseño y codificación: La siguiente etapa consiste en diseñar e implementar un modelo formal a partir de la abstracción realizada por el experto. El modelador (que muchas veces es el mismo que el experto), puede tener que enfrentarse a un modelo que no esté perfectamente especificado en la primera etapa, y tenga infinidad de algoritmos que satisfagan las condiciones establecidas. El uso de uno u otro condicionará los resultados obtenidos. Por otra parte, es posible que el modelo no formal creado en la primera etapa no tenga coherencia interna. En definitiva, el modelador, para diseñar e implementar el modelo, deberá realizar diversas suposiciones que le permitan generar un modelo completamente especificado, y que se pueda ejecutar con la tecnología disponible.

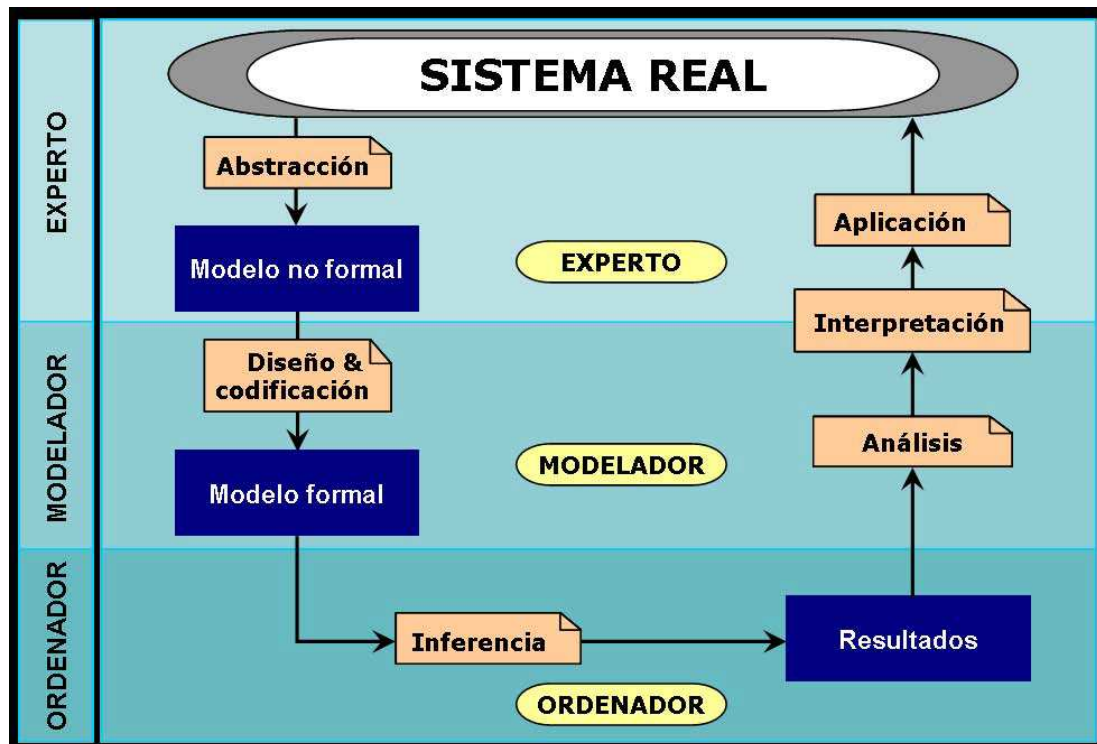


Figura 4.2. Esquema del proceso de modelado computacional de sistemas complejos con abstracción intermedia.

Fuente: Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. Luis R. Izquierdo, José M. Galán, José I. Santos y Ricardo del Olmo.

Inferencia: Cuando se tiene el modelo formal, el siguiente paso es ejecutarlo o resolverlo. Si se trata de un modelo matemáticamente resoluble, puede ser una persona la que se encarga de deducir las implicaciones lógicas que se derivan de las premisas del modelo. Si el modelo es suficientemente complejo, puede ser aconsejable explorar las implicaciones lógicas mediante la simulación computacional.

Análisis: Los resultados obtenidos se deberán analizar en profundidad para comprender como funciona el modelo creado. Puede ser útil emplear técnicas de análisis estadístico como contrastes de hipótesis.

Interpretación: Después de analizar los resultados obtenidos con el modelo, éstos se deben interpretar usando conceptos referentes al sistema real, asignando un significado a los resultados obtenidos con el modelo.



Aplicación: Finalmente, el objetivo de todo el proceso es aplicar sobre el sistema real el conocimiento adquirido. Esta aplicación no tiene por qué ser práctica, puede ser por ejemplo una predicción numérica de una determinada variable asociada al sistema.

4.1.3. Simulación basada en agentes.

Esta técnica ha demostrado ser muy útil para modelizar sistemas complejos, en especial sistemas sociales. Se basa en el reconocimiento explícito de que los sistemas complejos, (en particular los sociales), son producto de comportamientos individuales y de sus interacciones.

En ella, los componentes básicos del sistema real se corresponden con los agentes del modelo, y las interacciones que tienen lugar entre los componentes del sistema real se corresponden con las interacciones entre agentes del modelo. Los agentes del modelo son, en mayor o menor grado, autónomos, heterogéneos e independientes y son capaces de interactuar entre sí y con su entorno.

La simulación basada en agentes es especialmente útil en sistemas complejos de las siguientes características:

- Sistemas con componentes individuales heterogéneos, especialmente cuando las implicaciones de esta heterogeneidad no se han estudiado en profundidad, y en las que en los análisis se ha adoptado frecuentemente la hipótesis de "individuo representativo".
- Sistemas adaptativos, en los que los componentes individuales son capaces de aprender, o pueden ser seleccionados y reemplazados según algún criterio.
- Sistemas en los que el espacio geográfico puede tener una influencia significativa. El modelado basado en agentes facilita la representación del espacio físico en el que se mueven e interactúan los agentes.
- Sistemas en los que existen redes sociales de interacción.



- Sistemas en los que se desea analizar en profundidad la relación existente entre los comportamientos de los individuos y las propiedades globales del grupo.

Esta metodología se ha utilizado en muy diversos campos: economía, finanzas, sociología, biología, medicina...

Uno de los aspectos principales de la simulación basada en agentes es que nos permite estudiar fenómenos emergentes, es decir, patrones macroscópicos que surgen a partir de las interacciones de componentes individuales. La aparición de estos patrones no resulta evidente a partir del comportamiento y la interacción de los elementos individuales.

4.1.4. Plataforma para modelado basado en agentes: Netlogo.

Los modelos desarrollados en el presente proyecto se han creado mediante la plataforma Netlogo.

Netlogo es un entorno de programación de modelos que permite simular fenómenos naturales y sociales⁸. Fue creado por Uri Wilensky en 1999 desde entonces ha estado en continuo desarrollo por el Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling (CCL).

Este programa es especialmente útil para modelar sistemas complejos que evolucionan con el tiempo, ya que permite dar una serie de instrucciones a cientos o miles de agentes que operan de forma individual e independientemente unos de otros. Esto hace posible evaluar la relación que existe entre el comportamiento a nivel micro de los individuos y los patrones macroscópicos que surgen de su interacción. Netlogo permite abrir simulaciones de modelos ya creados y experimentar con ellas, observando su comportamiento bajo una serie de condiciones. También permite a los usuarios la creación de sus propios modelos, siendo una herramienta suficientemente sencilla para que profesores o estudiantes puedan desarrollar sus propias simulaciones y a su vez suficientemente avanzada y potente para investigadores de muchos campos.



Se trata de un programa de licencia gratuita del que existe una abundante documentación y tutoriales. Su descarga incluye una galería de modelos, que contiene una amplia colección de simulaciones que pueden ser ejecutadas y modificadas. Estos modelos pertenecen a muy diversos ámbitos, como biología, medicina, física, química, matemáticas, informática, psicología o economía.

Una de las aplicaciones integradas en Netlogo y que es de gran utilidad para el análisis de los modelos creados es la herramienta "Behavior Space". Esta herramienta permite ejecutar un modelo muchas veces, variando sistemáticamente las variables de entrada y guardando los resultados que se requieran en cada ejecución del modelo. Esto es útil para explorar el espacio de posibles comportamientos del modelo y determinar que combinaciones de variables generan los comportamientos de interés.

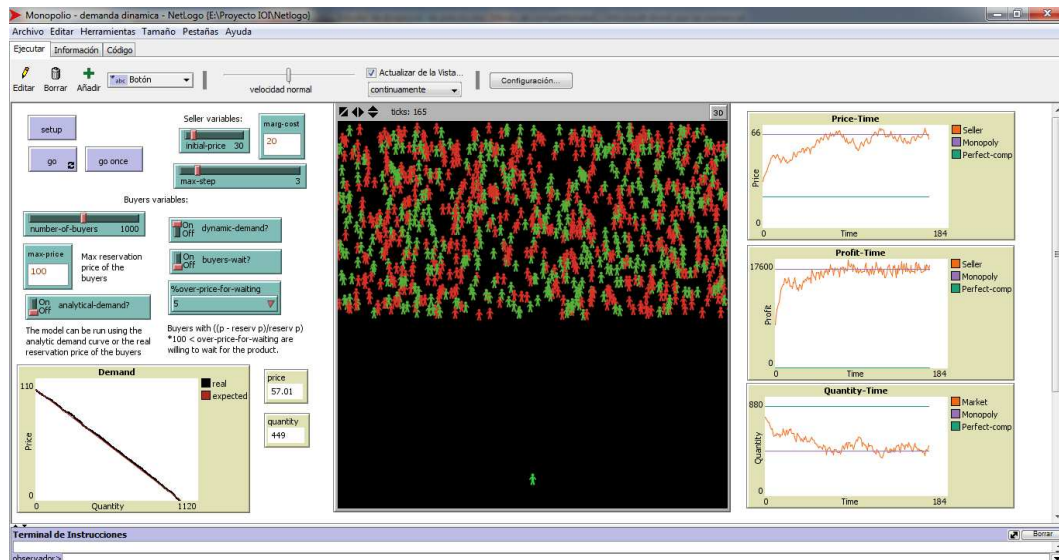


Figura 4.3. Ejemplo interfaz Netlogo.



```
Monopolio - demanda dinamica - NetLogo [E:\Proyecto IOT\NetLogo]
Archivo Editar Herramientas Tamaño Pestañas Ayuda
Ejecutar Información Código
Buscar... Comprobar Procedimientos Sangrado automático

to go
  update-price
  update-demand
  draw-demand
  calculate-demand
  calculate-profit
  calculate-surplus
  take-samples
  tick
end

to calculate-demand
  set price [current-price] of seller 0
  set quantity demand-for-price price
end

to calculate-profit
  ask sellers
  [set previous-profit current-profit
  set current-profit ((price - marginal-cost) * quantity)]
end

to update-price
  ;; The learning rule used by the seller is very simple. He compares the current price and the current profit with the price and profit
  ;; in the previous period of time. If the change in price generates an increasing in the profit, he follows changing the price in the
  ;; same direction. If the profit decreases he reverses the direction.
  ;; He moves a random price between 0 and 1. If the quantity sold is 0, he reduces the price.

  ask sellers
  [if (current-price - previous-price > 0) and (current-profit - previous-profit > 0)
    [set previous-price current-price
    set current-price current-price + random-float max-step
    stop]
  if (current-price - previous-price > 0) and (current-profit - previous-profit < 0)
    [set previous-price current-price
    set current-price current-price - random-float max-step
    stop]
  if (current-price - previous-price < 0) and (current-profit - previous-profit > 0)
    [set previous-price current-price
    set current-price current-price - random-float max-step
    stop]
  if (current-price - previous-price < 0) and (current-profit - previous-profit < 0)
    [set previous-price current-price
    set current-price current-price + random-float max-step
    stop]
  ]
end
```

Figura 4.4. Ejemplo pantalla de código de NetLogo.

Experiment

Nombre del Experimento: experiment

Variar las variables de la siguiente manera (atención a los paréntesis y comillas):

- ['dynamic-demand?' false]
- ['analytical-demand?' false]
- ['initial-price' 30]
- ['%over-price-for-waiting' 5]
- ['marg-cost' 20]

Indicar los valores a utilizar, p.e.:

- ['Mi-deslizador' 1 2 7 8]
- o bien, especificar inicio, incremento, y valor final, p.e.:
- ['Mi-deslizador' [0 1 10]] (atención a los paréntesis adicionales)

para pasar de 0 a 10, con incrementos de 1.

También se puede variar max-pycor, min-pycor, max-pycor, min-pycor y random-seed.

Repeticiones: 1

ejecutar cada combinación tantas veces como

Evaluar las ejecuciones utilizando estos indicadores:

count turtles

un indicador por línea; no se pueden dividir indicadores en varias líneas

Evaluar las ejecuciones a cada paso

si no se marca, se evalúan ejecuciones al finalizar cada una.

Instrucciones de Configuración inicial: setup

Instrucciones de Ejecución: go

Condición de fin de ejecución: Instrucciones post-ejecución:

Límite de tiempo: 0

se detiene la ejecución al alcanzar este número de pasos (0 = sin límite)

OK Cancelar

Figura 4.5. Ejemplo del menú para programar las simulaciones a través de “Behavior Space”.



4.2. MODELOS IMPLEMENTADOS.

Se procede a continuación a describir los modelos de mercado creados, prestando especial atención al comportamiento de los agentes establecido y destacando aquellos aspectos en los que se asumen hipótesis diferentes a las empleadas en la Economía Neoclásica. Para cada modelo, se incluye el análisis del comportamiento observado y los resultados de las simulaciones realizadas; así como las conclusiones que se pueden extraer de ellos.

Los modelos implementados en el transcurso del presente proyecto son dos modelos de duopolio (caso concreto de oligopolio con únicamente dos vendedores), y un modelo de monopolio. Naturalmente, la diversidad de los mercados existentes y los aspectos y variables a analizar en cada uno de ellos son tremendamente más amplios a los que se analizan aquí, pero dada la limitación temporal para el desarrollo de este trabajo, se ha tomado la decisión de ceñirse a estas dos estructura de mercado, consiguiendo de esta forma un análisis más exhaustivo de ellas.

Además, como ya se explicó en la síntesis realizada acerca de la Economía Neoclásica, el monopolio (mercado con un único vendedor) se asemeja al monopsonio (mercado con un único comprador) y también a mercados oligopolísticos en los que hay acuerdos de colusión explícitos, como los cárteles, donde todos los miembros de esta organización actúan como si se tratara de un monopolista. El duopolio es un caso concreto de oligopolio, pero también se comentó que a pesar de ser más sencillo que si hubiera un mayor número de vendedores, el comportamiento que se puede observar en él puede extenderse en muchos aspectos al que se observaría en mercados oligopolísticos con más de dos vendedores.

Los modelos se han programado mediante la plataforma Netlogo, y tanto los comandos e instrucciones que componen el código, como los comentarios que se incorporan para facilitar su comprensión se han realizado en inglés. De esta forma se facilita el acceso a personas de todo el mundo en el caso de que los modelos sean posteriormente publicados.



4.2.1. Modelo de duopolio 1.

4.2.1.1. Características del modelo.

El modelo simula un mercado en el que existen dos vendedores, que toman sus decisiones en base a la cantidad producida y un número de compradores que se puede ajustar, para comprobar los efectos de la existencia de un mayor o menor número de consumidores.

En el modelo, el producto que se intercambia es homogéneo, de forma que a los consumidores les resulta indiferente comprar a un vendedor u otro. Los productores venden por tanto sustitutivos perfectos, en caso contrario, los consumidores podrían estar dispuestos a pagar un precio diferente en función de las características especiales del producto.

Con estas premisas, el modelo teórico de referencia sería el de Cournot, y resultará muy significativo comparar los resultados obtenidos mediante el modelo computacional con los que predice este modelo teórico.

Sin embargo, también existen notables diferencias entre estos modelos. El modelo de Cournot asume información perfecta en el mercado, los vendedores conocen la demanda y pueden estimar con exactitud sus costes y los de la empresa competidora. A partir de esta información, las empresas pueden calcular la cantidad maximizadora de sus beneficios en función de lo que produzca la empresa rival. La decisión sobre la cantidad a producir se toma una vez, y ambas empresas la toman al mismo tiempo. Si estas han tenido en cuenta la racionalidad de su competidora y han supuesto correctamente la cantidad que va a producir, el resultado es el equilibrio de Cournot.

A diferencia del modelo de Cournot, el modelo de duopolio creado no supone información perfecta, y la decisión de producción es dinámica y va variando con el tiempo. A esto hay que añadir el tratamiento de oferta y demanda basándose en agentes individuales, en lugar de en funciones matemáticas.



4.2.1.2. Explicación del modelo.

El proceso comienza con la creación de los agentes, diferenciados en Netlogo mediante la creación de dos "razas", vendedores y compradores.

El programa crea dos vendedores. Cada uno de los vendedores tiene una propiedad, el coste marginal, que se ha supuesto constante para todas las unidades de producción. Este coste marginal es un parámetro de entrada y puede ajustarse y tomar valores diferentes para ambos vendedores. Además del coste marginal, cada comprador conoce la cantidad producida y los beneficios en un periodo de tiempo y en los anteriores, (el programa guarda la cantidad y beneficios actuales y los del periodo anterior). Estos datos se utilizarán en el algoritmo de decisión de la cantidad producida, como veremos más adelante.

Por otra parte se crea el número de compradores establecido como parámetro de entrada. Cada uno de los compradores está dispuesto a pagar un determinado precio máximo por el producto (se supone que cada consumidor compra un único producto), esto es lo que se conoce como precio de reserva de los consumidores. Los consumidores almacenan esta información en una variable, que toma un valor aleatorio entre cero y el máximo precio de reserva que se establezca en el modelo. Este máximo precio de reserva es un parámetro importante, ya que nos permite calcular la curva de demanda que se podría esperar si los precios de reserva se distribuyeran de manera totalmente uniforme. Analíticamente, siendo P el precio y Q la cantidad, se puede demostrar que la recta que representaría la demanda en la forma $P = a - b \cdot Q$, vendría dada por:

$$P = \text{Max precio reserva} - \frac{\text{Max precio reserva}}{\text{Número de compradores}} \cdot Q \quad (4.1)$$

La comparación entre la recta obtenida mediante la ecuación (4.1), y un posible caso de la definida mediante los precios de reserva individuales de los agentes se muestra en la Figura 4.6.

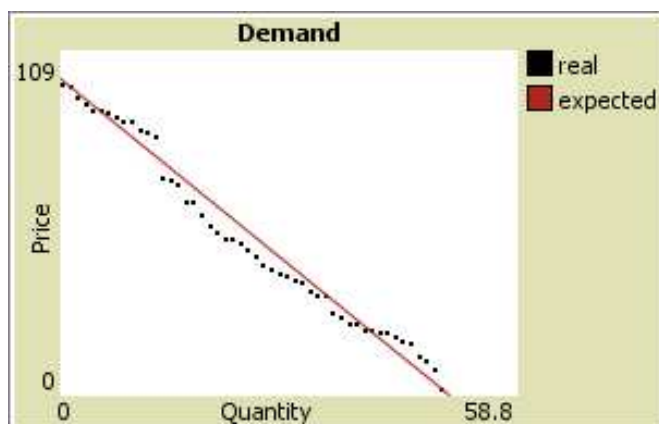


Figura 4.6. Ejemplo de curva de demanda esperada y curva real basada en los agentes.

Una vez que se han creado los vendedores y compradores, comienza el algoritmo mediante el que los vendedores determinan la cantidad que ponen a la venta en cada periodo.

Parten de una cantidad inicial (que también es un parámetro de entrada ajustable), y para esta cantidad, se calcula el precio que vacía el mercado. Es decir, hay que conseguir un precio tal que el número de consumidores que compran el producto, que es el número de consumidores con un precio de reserva superior o igual al del mercado, se corresponde con la cantidad total producida entre ambos vendedores.

Una vez determinado el precio, cada vendedor puede calcular sus beneficios. El ingreso total viene dado por:

$$I = p \cdot q$$

El coste total, en general, tendría una componente fija y una variable. Si asumimos unos costes fijos nulos:

$$CT = CV = CVM_e \cdot q$$

Tener un coste marginal constante, implica que el coste de producir cada unidad adicional es siempre el mismo, y el coste variable medio es por tanto igual al coste marginal, por tanto, se pueden tomar los beneficios como:



$$B = (p - CMa) \cdot q \quad (4.2)$$

A partir del precio y la cantidad vendida también se pueden calcular los excedentes de los consumidores y los productores. El excedente de los consumidores es la suma de las diferencias entre precio de reserva y precio de mercado para aquellos que compran el producto. El excedente de los productores es la diferencia entre precio y coste marginal para cada unidad producida, y que dadas las consideraciones que hemos tomado en el modelo, es equivalente al beneficio.

Una vez calculados todos estos elementos, el modelo avanzaría hasta el periodo siguiente en el que los vendedores deben decidir qué cantidad producen. Aquí entra en juego el algoritmo de decisión de cantidades.

El algoritmo de decisión implementado es muy simple y no requiere del conocimiento de los costes de la empresa competidora, ni la previsión de cuánto va a producir esta. Ni siquiera es necesario para los vendedores conocer la demanda. Sería un algoritmo que podrían utilizar las empresas vendedoras ante la carencia de toda esta información. Probablemente, en la realidad no exista una falta de información total, pero sí una gran incertidumbre respecto a los aspectos señalados; y el modelo desarrollado refleja más fielmente la realidad que los modelos clásicos que suponen información perfecta.

Cada vendedor compara la cantidad que estaba produciendo actualmente (en el último periodo), con la que produjo en el periodo previo, y los beneficios generados por dichas cantidades en los periodos correspondientes. Si la variación en la cantidad (incremento o decremento), ha supuesto un aumento de los beneficios, el vendedor continúa cambiando la cantidad en la misma dirección (aumentándola o disminuyéndola). Si por el contrario los beneficios han bajado, se cambia la dirección.

Este movimiento en la cantidad se hace en un valor fija establecido (step) y si se activa la presencia de ruido (noise), se añadirá una unidad más al movimiento en periodos aleatorios.



Con esta nueva cantidad se vuelven a calcular el precio, los beneficios de los vendedores y los excedentes correspondientes, pasando a desarrollar el programa un proceso cíclico para cada periodo de tiempo.

Otra opción que incorpora el modelo es la posibilidad de considerar la demanda como una función analítica en lugar de estar determinada por los precios de reserva de los agentes. Esta demanda analítica tendría la forma expresada mediante la ecuación (4.1), y es la que se utilizaría para calcular el precio a partir de la cantidad total puesta a la venta por los productores.

Para poder realizar la comparación de los resultados del modelo con los que predice la Economía tradicional, se han incorporado en él los cálculos teóricos de diferentes situaciones que se describen a continuación.

Equilibrio de Cournot: Para el cálculo de las cantidades correspondientes, se ha tomado la curva de demanda analítica. La forma genérica sería:

$$P = a - bQ \rightarrow P = a - b(Q_1 + Q_2)$$

Las dos empresas tienen costes marginales CMA_1 y CMA_2 respectivamente. Pretendemos hallar sus curvas de reacción, que recordemos que representan la relación entre la cantidad maximizadora de los beneficios de la empresa, en función de la cantidad que se cree que producirá la empresa rival. Para maximizar los beneficios, la empresa 1 iguala el ingreso marginal y el coste marginal. El ingreso viene dado por:

$$I_1 = P \cdot Q_1 = [a - b(Q_1 + Q_2)] \cdot Q_1 = aQ_1 - bQ_1^2 - bQ_1Q_2$$

Su ingreso marginal es el ingreso adicional por cada unidad adicional producida de Q_1 , considerando Q_2 constante.

$$IMa_1 = \frac{\partial I_1}{\partial Q_1} = a - 2bQ_1 - bQ_2$$

Para maximizar el beneficio se igualan ingresos y costes marginales, luego:



$$a - 2bQ_1 - bQ_2 = CMa_1$$

Y la curva de reacción de la empresa 1 es:

$$Q_1 = \frac{a - bQ_2 - CMa_1}{2b} \quad (4.3)$$

El mismo razonamiento se puede realizar para la empresa 2 resultando su curva de reacción:

$$Q_2 = \frac{a - bQ_1 - CMa_2}{2b} \quad (4.4)$$

Para hallar la intersección de ambas curvas, sustituimos Q_2 en la ecuación (4.3).

$$Q_1 = \frac{a - b \left(\frac{a - bQ_1 - CMa_2}{2b} \right) - CMa_1}{2b}$$

Desarrollando y despejando Q_1 , se obtiene:

$$Q_1 = \frac{a + CMa_2 - 2CMa_1}{3b} \quad (4.5)$$

Como ambas curvas de reacción son análogas el valor de Q_2 se puede obtener a partir de la curva de reacción (4.4) o bien mediante la expresión análoga a la (4.5):

$$Q_2 = \frac{a + CMa_1 - 2CMa_2}{3b} \quad (4.6)$$

En estas expresiones los costes marginales de los vendedores son conocidos los parámetros a y b dependen de las variables de entrada del modelo. Como se explicó anteriormente, a se corresponde con el máximo precio de reserva de los compradores, y b (pendiente de la recta) es igual a éste máximo precio de reserva (y) entre el número de compradores (x).



El cálculo de las cantidades del equilibrio de Cournot en el modelo se realiza mediante las expresiones (4.5) y (4.6). Una vez obtenidas las cantidades, los precios se calculan mediante la ecuación de la demanda (4.1), y a partir de los cantidades y precios se obtienen los beneficios correspondientes al equilibrio de Cournot.

También se pueden calcular los excedentes de los consumidores y los productores y el excedente total. Para calcularlo a partir de la curva de demanda analítica, el excedente de los consumidores está representado por el área encerrada entre la curva de demanda y el precio de mercado, y el de los productores por el área encerrada entre el precio de mercado y el coste marginal.

Situación de competencia perfecta: En este caso, para la maximización de beneficios, el precio debe ser igual al coste marginal de las empresas, por lo que partiendo de la curva de demanda analítica:

$$P = a - bQ \rightarrow CMa = a - b(Q_1 + Q_2)$$

Si suponemos que los costes marginales de ambas empresas son iguales, ambas empresas producirán la misma cantidad, y de la expresión anterior se puede llegar a que la cantidad que vende cada empresa es:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{a - CMa}{2b} \quad (4.7)$$

De hecho, si los costes marginales de una de las empresas fueran mayores que los de la otra. La que tiene mayores costes no produciría nada. La empresa que tiene unos costes menores establecería su cantidad de forma que el precio fuera igual al coste marginal. Para la otra empresa, este precio sería inferior a sus costes marginales y no le sería rentable producir nada.

Por ello, el programa sólo calcula el resultado competitivo cuando los costes marginales de ambas empresas son iguales.

A partir de las cantidades competitivas, el precio, los beneficios y los excedentes se obtienen de forma análoga a la explicada en el equilibrio de Cournot.



Equilibrio colusorio: En esta situación, las empresas pactan las cantidades a producir (lo cual está prohibido en muchos países por la legislación antimonopolio), de forma que se maximice el beneficio total obtenido por ambas. Posteriormente se reparten estos beneficios.

Para facilitar la colusión, dentro de lo difícil que es que ambas empresas respeten el acuerdo y confíen la una en la otra, éstas deben tener unos costes marginales iguales. En caso contrario, parece claro que para maximizar el total de los beneficios, se produciría todo en la empresa con costes marginales menores. Sin embargo, a la hora de repartir esos beneficios, llegar a un acuerdo que les pareciera justo a ambas podría ser una misión tremendamente ardua. Por ello el caso de colusión sólo se calcula en el modelo cuando ambos vendedores tienen los mismos costes marginales.

Al igual que en los casos anteriores, el objetivo es calcular la cantidad del equilibrio colusorio a partir de la curva de demanda analítica ($P = a - bQ$). Para maximizar el beneficio total en el mercado el ingreso marginal total debe ser igual al coste marginal de las empresas:

$$I = P \cdot Q = (a - bQ) \cdot Q = aQ - bQ^2$$

El ingreso marginal sería:

$$IMa = \frac{dI}{dQ} = a - 2bQ$$

Para maximizar el beneficio se iguala ingreso marginal con coste marginal:

$$IMa = a - 2bQ = CMa \rightarrow Q = \frac{a - CMa}{2b}$$

Si ambas empresas se reparten el mercado y producen la misma cantidad:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{a - CMa}{4b} \quad (4.8)$$



Con esta cantidad, se pueden calcular los precios, beneficios y excedentes como en los casos anteriores.

Colusión real: Para esta situación de colusión, se ha añadido otra variante, sirviéndonos de los agentes creados en el modelo. Se le ha llamado colusión real, ya que no está basada en la demanda analítica esperada sino en los datos reales de los compradores del modelo.

Lo que se ha hecho es, a partir de los precios de reserva de los agentes, calcular el precio que vaciaría el mercado para cada una de las cantidades posibles. Para cada par de valores precio-cantidad se ha calculado el beneficio. El equilibrio colusorio se obtendría cuando los beneficios son máximos. A estos beneficios les correspondería un precio y una cantidad total del mercado, que se repartirían por igual ambos vendedores.

Este cálculo en base a los datos de los agentes del modelo, en vez de a la demanda analítica no se ha realizado para el caso del equilibrio de Cournot, puesto que requeriría un proceso muy laborioso y que sería lento y poco operativo incluso ejecutado por ordenador.

Una vez realizado el proceso de cálculo, el modelo representa los resultados en varias gráficas, en las que se muestran las cantidades, los beneficios, el precio de mercado, el excedente de los consumidores, de los productores y el excedente total. Cada una de estas variables se representa en un gráfico, en el que se incluyen los valores correspondientes al algoritmo implementado, así como los calculados para los equilibrios de Cournot, competitivo y colusorio.

4.2.1.3. Síntesis de las variables de entrada y de salida.

Variables de entrada:

- Número de compradores.
- Máximo precio de reserva de los compradores.
- Interruptor demanda analítica (On/Off). Si está activado toma los datos de la demanda de la expresión analítica en lugar de tomarlos de los agentes.
- Coste marginal de cada vendedor.



- Cantidad inicial vendida por cada uno de ellos.
- Paso (step), unidades fijas en las que se incrementa o disminuye la cantidad vendida por cada productor en cada periodo de tiempo.
- Interruptor ruido (noise). Si está activado agrega una unidad adicional al paso en periodos aleatorios.

Variables de salida:

Para el algoritmo implementado y las situaciones de equilibrio de Cournot, equilibrio competitivo, equilibrio colusorio, y colusión a partir de los datos reales, se calculan y representan:

- Cantidad puesta a la venta por cada productor.
- Beneficios obtenidos por cada productor.
- Precio de mercado.
- Excedente de los consumidores.
- Excedente de los productores.
- Excedente total.

4.2.2. Modelo de duopolio 2.

4.2.2.1. Características del modelo.

Al igual que el anterior, el modelo simula un mercado en el que existen dos vendedores, que toman sus decisiones en base a la cantidad producida y un número de compradores que se puede variar. El producto que se intercambia es homogéneo. Y el modelo teórico de referencia sería el de Cournot, que recordemos que asume información perfecta en el mercado, y que ambas empresas toman la decisión de la cantidad a producir al mismo tiempo.

También es similar en cuanto a que este modelo no supone información perfecta, y la decisión de producción se va tomando en cada periodo. Sin embargo, el algoritmo y las opciones que implementa son diferentes y permiten focalizar el análisis en otros aspectos distintos a los del anterior.



Las características principales de este modelo son la posibilidad de evaluar el resultado cuando las empresas deciden su cantidad de producción alternativamente en el tiempo, y también se puede analizar las consecuencias de que una de las empresas sea más agresiva que la otra a la hora de aumentar o disminuir la cantidad vendida.

4.2.2.2. Explicación del modelo.

El modelo en Netlogo comienza creando dos grupos, (razas) de agentes, vendedores y compradores

Cada uno de los vendedores tiene como propiedad su coste marginal, que se supone constante para todas las unidades de producción. En este caso, se ha asumido que ambos vendedores. (Como se explicó para el modelo anterior, asumir que las empresas tienen costes diferentes supone una dificultad para los casos de colusión o competencia perfecta. Dado que ya se estudió su efecto mediante el Modelo de duopolio 1, se ha decidido no incluir esta opción para no complicar en exceso el modelo actual).

Además del coste marginal, cada comprador registra la cantidad producida y los beneficios en un periodo de tiempo y en los anteriores, (el programa guarda la cantidad y beneficios actuales y los del periodo anterior).

Por otra parte se crea el número de compradores establecido como parámetro de entrada. Cada uno de los compradores tiene su precio de reserva, que es el máximo que está dispuesto a pagar por el producto. Este precio de reserva puede variar entre cero y el máximo precio de reserva establecido como variable de entrada.

Como se comentó previamente, este parámetro nos permite calcular la curva de demanda esperada expresión (4.1). En el programa se muestra una gráfica con esta curva de demanda esperada y la real (con valores discretos) obtenida a partir de los precios de reserva de los compradores (Figura 4.7.)

Una vez que se han creado los vendedores y compradores, comienza a ejecutarse el algoritmo mediante el que los vendedores determinan la cantidad que ponen a la venta en cada periodo.

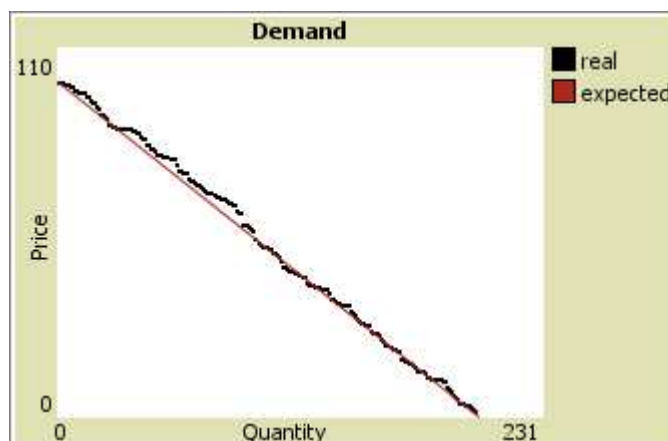


Figura 4.7. Ejemplo de curva de demanda esperada y curva real basada en los agentes.

Parten de una cantidad inicial (que también es un parámetro de entrada ajustable), y para esta cantidad, se calcula el precio que vacía el mercado.

Una vez determinado el precio, cada vendedor puede calcular sus beneficios que se corresponden con la ecuación desarrollada previamente (4.2):

$$B = (p - CMa) \cdot q$$

A partir del precio y la cantidad vendida también se calculan los excedentes de los consumidores y los productores.

Al avanzar hasta el periodo siguiente, los vendedores deben decidir qué cantidad producen. Aquí entra en juego el algoritmo de decisión de cantidades, que es sencillo y no requiere información acerca de los costes de la empresa rival, de la previsión de cuánto va a producir esta, ni de la demanda.

Cada vendedor compara la cantidad que estaba produciendo actualmente (en el último periodo), con la que produjo en el periodo previo, y los beneficios generados por dichas cantidades en los periodos correspondientes. Si la variación en la cantidad (incremento o decremento), ha supuesto un aumento de los beneficios, el vendedor continúa cambiando la cantidad en la misma dirección (aumentándola o disminuyéndola). Si por el contrario los beneficios han bajado, se cambia la dirección.



Hasta aquí todo funciona igual que en el “Modelo de duopolio 1”. Sin embargo, en este caso el movimiento en la cantidad se hace en un valor proporcional al incremento de los beneficios obtenidos. Esto parece razonable, ya que si el aumento en la cantidad ha producido un gran aumento en los beneficios, la empresa tendrá interés en seguir aumentando la cantidad en un valor considerable. Si por el contrario el incremento en los beneficios ha sido más leve, puede interesar a la empresa hacer movimientos más pequeños y evitar pasar a una cantidad que disminuya sus beneficios. La cantidad en cada periodo viene determinada por:

$$Q_t = Q_{t-1} \pm a \cdot \Delta B \quad (4.9)$$

Los valores que multiplican al incremento de beneficios son dos parámetros ajustables para cada vendedor a_1 y a_2 . De esta forma, se puede estudiar el efecto que tiene que uno de ellos realice unos movimientos más agresivos y el otro más conservadores. Como las unidades producidas son un número entero, el resultado se redondea hasta el entero superior para el caso de aumento de cantidad y hasta el entero inferior en el caso de disminución de cantidad. Así nos aseguramos que los vendedores modifican en al menos una unidad sus ventas. Por ejemplo:

Si $a_1 \cdot \Delta B = 0,45 \rightarrow 1$ La cantidad vendida se incrementa en 1ud

Si $a_1 \cdot \Delta B = -0,39 \rightarrow -1$ La cantidad vendida se disminuye en 1ud

Otra de las opciones que incorpora el modelo es la posibilidad de que sólo una de las empresas mueva en cada periodo de tiempo. Existe un interruptor (take-random-turns?) que cuando está activado hace que las empresas se turnen aleatoriamente para ejecutar el algoritmo y cambiar su cantidad vendida. Estos turnos son totalmente aleatorios y puede ser que muevan alternativamente una vez cada uno, o que durante varios periodos sea la misma empresa la que cambia su cantidad, permaneciendo la de su rival constante. Para esta situación hay que incorporar nuevas condiciones al algoritmo. ¿Qué pasa cuando un vendedor no ha cambiado su cantidad en los periodos previos y han aumentado o disminuido sus beneficios?

Si la cantidad ha sido la misma, y los beneficios han disminuido, significa que el precio de mercado ha disminuido. La otra empresa ha aumentado su producción presionando a la baja sobre el precio. La respuesta probable sería un incremento de la producción entrando en una guerra competitiva.



Si por el contrario, para la misma cantidad, los beneficios han aumentado, esto se debe a que el precio de venta ha aumentado. La empresa competidora ha disminuido su producción en lo que puede ser una señal para que la primera empresa haga lo mismo. Si ésta baja la producción, ambas empresas podrían beneficiarse de esta especie de colusión implícita.

A partir de todas estas opciones, las empresas hallan la nueva cantidad que ponen a la venta. Con esta cantidad se vuelven a calcular el precio, los beneficios de los vendedores y los excedentes correspondientes, pasando a desarrollar el programa un proceso cíclico para cada periodo de tiempo.

Este modelo también incorpora la posibilidad de considerar la demanda como una función analítica en lugar de estar determinada por los precios de reserva de los agentes. Esta demanda analítica tendría la forma expresada mediante la ecuación (4.1), y es la que se utilizaría para calcular el precio a partir de la cantidad total puesta a la venta por los productores.

Al igual que el “Modelo de duopolio 1”, Para poder comparar de los resultados del modelo con los que predice la Economía tradicional, se han incorporado en él los cálculos teóricos de las mismas situaciones que el primero:

- Equilibrio de Cournot.
- Equilibrio competitivo.
- Equilibrio colusorio.
- Colusión a partir de los datos reales de los agentes.

Una vez realizado el proceso de cálculo, el programa representa los resultados las gráficas correspondientes; en las que se muestran las cantidades, los beneficios, el precio de mercado, el excedente de los consumidores, de los productores y el excedente total. Cada una de estas variables se representa en un gráfico, en el que se incluyen los valores obtenidos a partir del algoritmo implementado, y los calculados para las cuatro situaciones teóricas, enumeradas previamente.



4.2.2.3. Síntesis de las variables de entrada y de salida.

Variables de entrada:

- Número de compradores.
- Máximo precio de reserva de los compradores.
- Interruptor demanda analítica (On/Off). Si está activado toma los datos de la demanda de la expresión analítica en lugar de tomarlos de los agentes.
- Coste marginal de los vendedores. (El mismo para ambos)
- Cantidad inicial vendida. (También la misma).
- Parámetros a_0 y a_1 de ajuste de la cantidad vendida.
- Interruptor turnos aleatorios (take-random-turns?). Si está activado, sólo una empresa, elegida al azar, cambia su cantidad en cada periodo de tiempo.

Variables de salida:

Para el algoritmo implementado y las situaciones de equilibrio de Cournot, equilibrio competitivo, equilibrio colusorio, y colusión a partir de los datos reales, se calculan y representan:

- Cantidad puesta a la venta por cada productor.
- Beneficios obtenidos por cada productor.
- Precio de mercado.
- Excedente de los consumidores.
- Excedente de los productores.
- Excedente total.

4.2.3. Modelo de monopolio.

4.2.3.1. Características del modelo.

El modelo simula un mercado en el que existen un único vendedor, un monopolista, que toma sus decisiones en base al precio de su producto. El número de compradores es un parámetro ajustable del modelo.

El modelo de monopolio de la Economía Neoclásica asume que la demanda se puede expresar mediante una función matemática que permanece constante en el tiempo.



También asume información perfecta, por lo que esta demanda es conocida por el vendedor.

El modelo creado estudia el efecto que tiene sobre el mercado la variabilidad de la demanda. Aún cuando el número de compradores y el máximo precio de reserva permanezcan constantes, lo que conduciría a una demanda analítica esperada constante, para cada periodo de tiempo se evaluará un grupo de compradores distintos, que tendrán diferentes precios de reserva.

En un intento de aproximarnos aún más a un posible comportamiento de los compradores, se analizará además el efecto que tendría que algunos compradores se quedaran en el mercado esperando para comprar el producto, mientras otros entran y salen de él.

Al igual que los modelos anteriores, no se supone información perfecta en el mercado, el monopolista difícilmente conocerá con exactitud la demanda, sobre todo si es variable en el tiempo. A esto se añade el tratamiento de oferta y demanda basándose en agentes individuales, en lugar de en funciones matemáticas.

4.2.3.2. Explicación del modelo.

El primer paso es la creación de dos grupos diferenciados vendedores, en este caso uno, y compradores.

El vendedor tiene un coste marginal, que es un parámetro de entrada ajustable, y conoce los precios establecidos y los beneficios obtenidos en un periodo de tiempo y en los anteriores, (el programa guarda el precio y beneficios actuales y los del periodo anterior).

Por otra parte se crea el número de compradores indicado, cada uno con su precio de reserva comprendido entre cero y el máximo precio de reserva que se introduzca en el programa. El modelo permite la posibilidad de considerarla demanda variable en el tiempo. Cuando esta opción está activada, para cada periodo, los antiguos compradores potenciales abandonan el mercado y en él entran otros tantos compradores que de nuevo tienen un precio de reserva aleatorio comprendido entre



ceros y el máximo establecido. (Realmente lo que hace el programa es asignar nuevos precios de reserva a los agentes creados en el primer periodo).

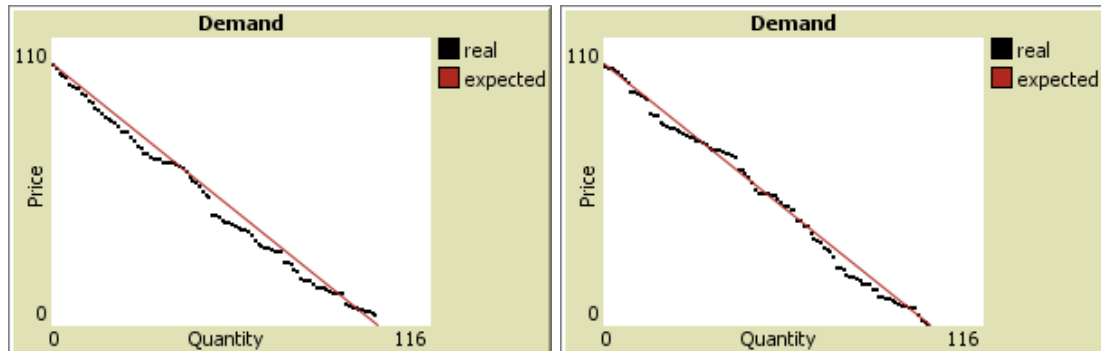


Figura 4.8. Ejemplo de las demandas correspondientes a dos periodos diferentes.

Otra opción que incorpora el programa es que algunos compradores potenciales puedan esperar para adquirir el producto (Interruptor "buyers-wait?"). El razonamiento es el siguiente: Los consumidores que han comprado el producto, abandonan el mercado. También lo abandonan aquellos cuyo precio de reserva es notablemente inferior al precio fijado por el monopolista, están dispuestos a pagar un precio bajo y es muy difícil que el vendedor lo baje hasta ese valor, por lo que desisten en comprar el producto y se marchan. Sin embargo, hay un grupo de consumidores, cuyo precio de reserva está más próximo al fijado por el monopolista, y éstos permanecen en el mercado, con la esperanza de que el precio baje y puedan tener acceso al producto.

El valor límite para el que los consumidores están dispuestos a esperar viene definido por otra variable a la que se ha llamado "%over-price-for-waiting". Refleja el máximo tanto por ciento que el precio es superior al precio de reserva del consumidor para el que están dispuestos a esperar. Es decir:

$$\text{Si } \frac{p - \text{precio reserva}}{\text{precio reserva}} \cdot 100 < \% \text{ over price for waiting} \rightarrow \text{El comprador espera}$$



Figura 4.9. Ejemplo del efecto sobre la curva de demanda que tienen los compradores que esperan para adquirir el producto.

Tras crear al vendedor y a los compradores, comienza el algoritmo para determinar el precio y las cantidades que se ponen en juego en el mercado en cada periodo.

El precio inicial del vendedor se puede ajustar. Para ese precio, se calcula la cantidad demandada, es decir, el número de compradores cuyo precio de reserva es superior al precio de venta del producto.

Para esa cantidad vendida, el monopolista obtiene unos beneficios dados por la expresión (4.2), tal como se explico en el "Modelo de duopolio 1":

$$B = (p - CMa) \cdot q$$

También se calculan los excedentes de los consumidores y del productor, y el excedente total.

Una vez calculados todos estos elementos, el modelo avanzaría hasta el periodo siguiente, y es el momento de decidir el nuevo precio de venta del producto. Esta decisión se lleva a cabo de la siguiente forma: El monopolista compara el precio actual del producto (en el último periodo), con el precio en el periodo previo, y los beneficios generados en los periodos correspondientes. Si la variación en el precio (incremento o decremento), ha supuesto un aumento de los beneficios, el vendedor continúa variando el precio en la misma dirección (aumentándolo o disminuyéndolo). Si por el contrario los beneficios han bajado, se cambia la dirección. Este movimiento en el precio se hace en un valor aleatorio comprendido entre cero y el máximo paso establecido (max-step).



Con este nuevo precio, y teniendo en cuenta que la demanda puede haber cambiado, se vuelve a calcular la cantidad vendida, y a partir de ahí los beneficios del monopolista y los excedentes correspondientes. El programa se repite de forma cíclica.

Este modelo también incorpora la posibilidad tomar la demanda como una función analítica en vez de establecerla en base a los precios de reserva de los agentes. Esta demanda analítica tendría la forma expresada mediante la ecuación (4.1), y es la que se utilizaría para calcular la demanda a partir del precio de venta. La demanda analítica esperada sería constante, por lo que todo lo referente a la consideración de demanda dinámica no tendría sentido si está activada esta opción.

Para poder realizar la comparación de los resultados del modelo con los que predice la Economía tradicional, se han incorporado en él los cálculos teóricos de la situación de monopolio y la de competencia perfecta.

Monopolio: Para el cálculo del precio y la cantidad de monopolio, se ha tomado la curva de demanda analítica, cuya forma genérica sería:

$$P = a - bQ$$

Para maximizar beneficios, el monopolista debe igualar su ingreso marginal (IMa) y su coste marginal CMa. El ingreso viene dado por:

$$I = P \cdot Q = (a - bQ) \cdot Q = aQ - bQ^2$$

Su ingreso marginal es el ingreso adicional por cada unidad adicional producida.

$$IMa = \frac{\partial I}{\partial Q} = a - 2bQ$$

Para maximizar el beneficio se igualan ingresos y costes marginales, luego:

$$a - 2bQ = CMa$$

Por lo que la cantidad maximizadora de beneficios es:



$$Q = \frac{a - CMa}{2b} \quad (4.10)$$

En esta expresión, el coste marginal es conocido y los parámetros a y b dependen de las variables de entrada del modelo. Como ya se explicó, a se corresponde con el máximo precio de reserva de los compradores, y b (pendiente de la recta) es igual a éste máximo precio de reserva (y) entre el número de compradores (x).

Una vez obtenida la cantidad que se vende en el monopolio, los precios se calculan mediante la ecuación de la demanda ($P = a - bQ$), y a partir de los cantidades y precios se obtienen los beneficios del monopolista.

También se calculan los excedentes de los consumidores y el productor y el excedente total. Para calcularlo a partir de la curva de demanda analítica, el excedente de los consumidores está representado por el área encerrada entre la curva de demanda y el precio de mercado, y el del productor, por el área encerrada entre el precio de mercado y el coste marginal.

Situación de competencia perfecta: En el caso en el que el monopolista vendiera el producto a un precio equivalente a la situación perfectamente competitiva, igualaría este precio con su coste marginal del vendedor, por lo que partiendo de la curva de demanda analítica:

$$P = a - bQ \rightarrow CMa = a - bQ$$

Y la cantidad equivalente a la situación competitiva sería:

$$Q = \frac{a - CMa}{b} \quad (4.11)$$

A partir de la cantidad competitiva, se obtienen el precio, los beneficios y los excedentes de la misma forma que en el caso del monopolio.

Tras realizar todos estos cálculos, el modelo representa los resultados en las respectivas gráficas, en las que se muestran el precio, la cantidad, los beneficios, el



excedente de los consumidores, del productor y el excedente total. Cada una de estas variables se representa en un gráfico, en el que se incluyen los valores correspondientes al algoritmo implementado, al monopolio teórico y a la situación competitiva.

4.2.3.3. Síntesis de las variables de entrada y de salida.

VARIABLES DE ENTRADA:

- Número de compradores.
- Máximo precio de reserva de los compradores.
- Interruptor demanda analítica (On/Off). Si está activado toma los datos de la demanda de la expresión analítica en lugar de tomarlos de los agentes.
- Coste marginal del vendedor.
- Precio inicial del producto.
- Máximo paso (max-step), valor máximo de la variación en el precio en cada periodo, esta variación será un número aleatorio entre cero y este valor.
- Interruptor demanda dinámica (dynamic demand?). Si está activado, la demanda (los precios de reserva de los agentes), va variando en cada periodo.
- Interruptor posibilidad de esperar (buyers-wait?). Si está activado, algunos compradores están dispuestos a esperar para comprar el producto.
- Variable %over-price-for-waiting, máximo tanto por ciento que el precio es superior al precio de reserva para que el comprador esté dispuesto a esperar.

VARIABLES DE SALIDA:

Para el algoritmo implementado y las situaciones monopolio teórico y competencia perfecta, se calculan y representan:

- Precio del producto.
- Beneficios obtenidos por el productor.
- Cantidad vendida.
- Excedente de los consumidores.
- Excedente del productor.
- Excedente total.



4.3. ANÁLISIS DE LOS MODELOS Y CONCLUSIONES OBTENIDAS.

4.3.1. Intervalos de confianza a partir de las simulaciones.

Previamente a mostrar y analizar los resultados obtenidos mediante los modelos computacionales, se justifica aquí la obtención de intervalos de confianza para los valores obtenidos en las simulaciones de los modelos.

Para poder evaluar adecuadamente los modelos y que los resultados no se vean influenciados por observar un instante concreto en el tiempo, se ha añadido a éstos unas variables que almacenen la media de los "n" últimos periodos de tiempo de cada uno de los valores de interés: cantidad, precio, beneficios y excedentes. En concreto, se almacenan las medias de los últimos mil periodos.

La herramienta "Behavior Space" de Netlogo permite ejecutar un modelo un gran número de veces, variando sistemáticamente las variables de entrada y guardando los resultados que se requieran en cada ejecución del modelo.

En las simulaciones realizadas, se ha ejecutado el modelo un elevado número de veces (quinientas en todos los casos) con cada combinación de parámetros de entrada. En cada ejecución, obtenemos una muestra de estas variables, que denotaremos con el subíndice mil y que representan la media del valor en los últimos mil periodos de tiempo (se dejara evolucionar el mercado un mayor número de periodos, de forma que esos mil estén en una zona estable). Por ejemplo, obtendremos quinientas muestras de la variable: p_{1000} , precio de mercado en los últimos mil periodos.

Según el Teorema del Límite Central, si X_1, X_2, \dots, X_n es una muestra aleatoria de tamaño n tomada de una población (sea finita o infinita) con media μ y varianza finita σ^2 , y si \bar{X} es la media muestral, entonces cuando n tiende a infinito, \bar{X} se aproxima asintóticamente a una normal de media μ y varianza finita σ^2/n .

En nuestras simulaciones, como $n = 500 > 30$ (valor a partir del cual se considera aplicable el Teorema Central del Límite en el caso de distribuciones que no siguen una normal), la variable $\overline{p_{1000}}$ se aproxima a una normal de media μ y varianza σ^2/n . O lo que es lo mismo tomando la desviación típica en vez de la varianza:



$$\overline{p_{1000}} \rightarrow N\left(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{500}}\right)$$

A partir de esta distribución, podemos construir un intervalo de confianza para la media poblacional μ de la variable p_{1000} :

$$\mu \in \left[\overline{p_{1000}} - z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{500}}, \overline{p_{1000}} + z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{500}} \right] \text{ con una confianza de } 1 - \alpha$$

No disponemos información de la desviación típica poblacional σ , pero podemos tomar como estimador adecuado la desviación típica muestral s . Si consideramos un intervalo al 95 % de confianza ($\alpha = 0,05$), $z_{\alpha/2} = 1,96$.

Por tanto tendremos que la variable p_{1000} tendrá una media poblacional μ :

$$\mu \in \left[\overline{p_{1000}} - 1,96 \cdot \frac{s}{\sqrt{500}}, \overline{p_{1000}} + 1,96 \cdot \frac{s}{\sqrt{500}} \right] \text{ con una confianza del } 95\%$$

Los intervalos de confianza de variables que aparezcan en los siguientes apartados se habrán obtenido mediante este procedimiento.

4.3.2. Análisis del modelo de duopolio 1.

4.3.2.1. Análisis del algoritmo implementado.

El algoritmo que emplean en este modelo los vendedores para determinar la cantidad de producto homogéneo que ponen en el mercado no requiere de información acerca de la demanda o la empresa competidora. Los vendedores realizan un proceso de prueba-error. En cada periodo ambos toman la decisión de la misma forma, si la variación de la cantidad genera un aumento de beneficios, siguen variando la cantidad en la misma dirección. Si por el contrario los beneficios han disminuido, cambian esta dirección, (pasan a disminuirla si la estaban aumentando, o a incrementarla si estaban disminuyéndola).



Para comprobar cuales son las cantidades, precios y beneficios intercambiados en un mercado cuyos vendedores se comportan de la forma descrita, se ha realizado una simulación dejando evolucionar el mercado en el tiempo, y recogiendo al final de ésta los valores medios de los últimos mil periodos (Q_{1000} , P_{1000} y B_{1000}). Los parámetros que se han fijado se muestran a continuación:

- Número de compradores: 1000
- Máximo precio de reserva de los compradores: 100 u.m.
- Coste marginal de cada vendedor: 20 u.m. para ambos
- Cantidad inicial vendida por cada vendedor: 50 uds.
- Paso (step): 2 uds

Se ha evaluado el modelo con y sin ruido. Nos centramos aquí en la ejecución con ruido. El efecto de la ausencia de ruido se explica posteriormente.

Los valores de las situaciones teóricas (Cournot, colusión, colusión con datos reales y competencia perfecta) para este modelo son los siguientes:

	Cournot	Colusión	Colusión datos agentes	Competencia perfecta
Q (uds)	267	200	203	400
P (u.m.)	46,67	60	60,18	20
B (u.m.)	7111	8000	8111	0

Tabla 4.1. Resultados de las situaciones teóricas para la simulación realizada.

Con todos los datos recogidos, se han construido los siguientes intervalos de confianza e histogramas de la simulación:

Cantidad media en los últimos mil periodos (Q_{1000}):

Vendedor 1: $\mu_{Q_{1000}} \in [203,1; 206,1]$ con confianza 95%

Vendedor 2: $\mu_{Q_{1000}} \in [203,3; 206,4]$ con confianza 95%

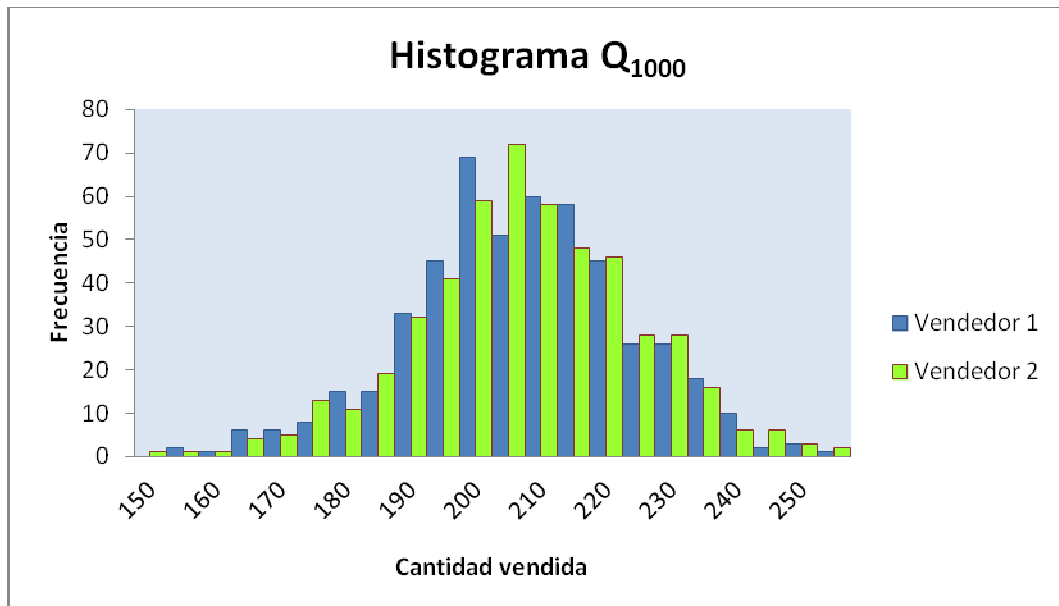


Figura 4.10. Histograma cantidad vendida.

Precio medio en los últimos mil periodos (P_{1000}):

$$\mu_{P_{1000}} \in [59,25; 59,81] \text{ con confianza } 95\%$$

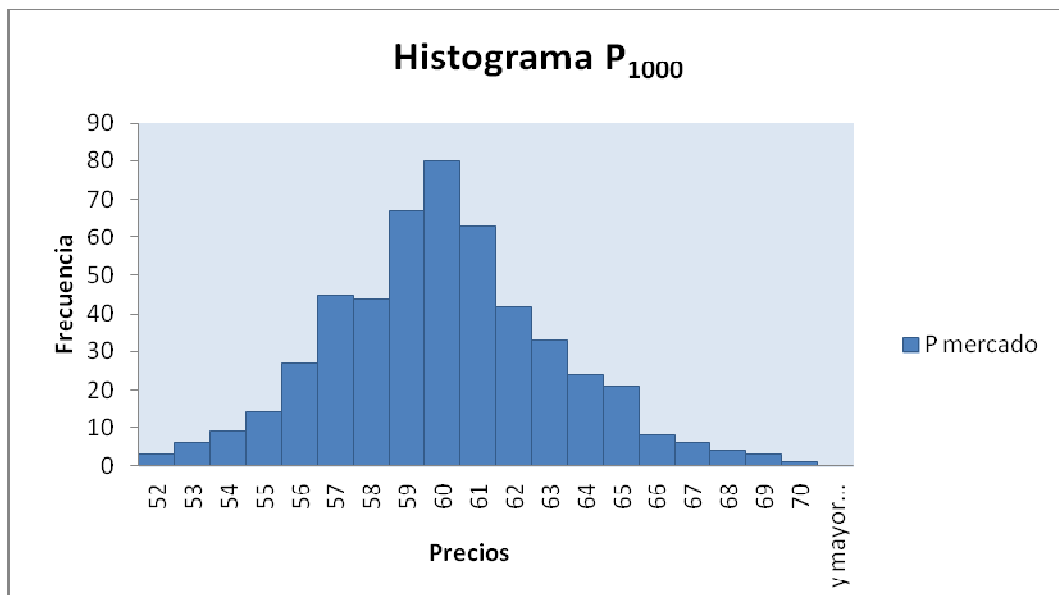


Figura 4.11. Histograma precios.



Beneficio medio en los últimos mil periodos (B_{1000}):

Vendedor 1: $\mu_{B_{1000}} \in [8011,54; 8072,65]$ con confianza 95%

Vendedor 2: $\mu_{B_{1000}} \in [8019,63; 8082,17]$ con confianza 95%

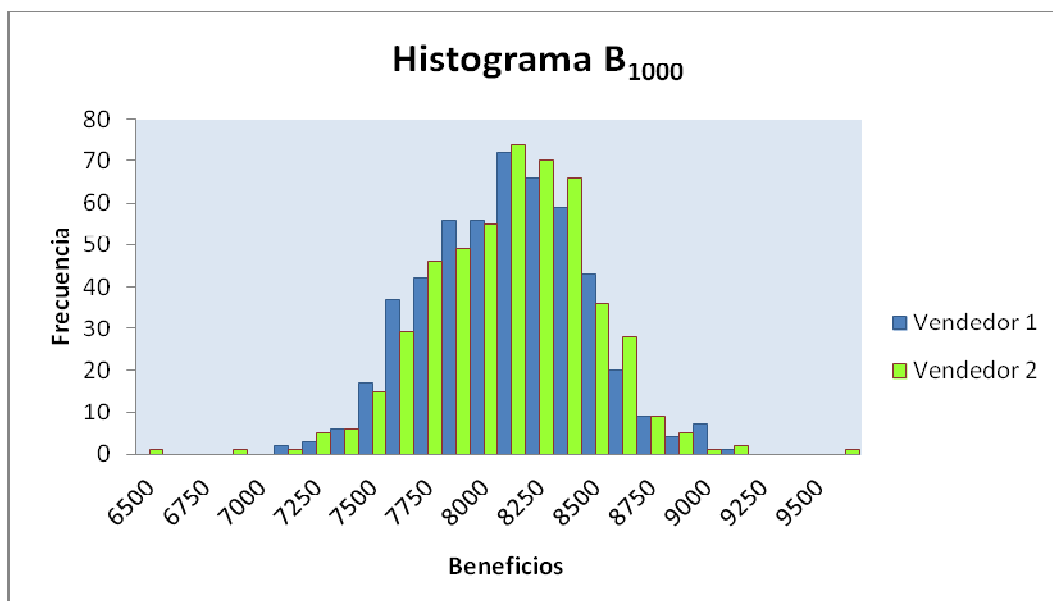


Figura 4.12. Histograma beneficios.

También se han recogido los resultados de los excedentes de los productores, los consumidores y el excedente total (bienestar social). Se muestra a continuación la tabla resumen con los resultados obtenidos. Los valores relativos al algoritmo del modelo, se corresponden con la media muestral de las variables “promedio de los últimos mil periodos”: \overline{Ec}_{1000} , \overline{Ep}_{1000} y \overline{BS}_{1000}

	Algoritmo	Cournot	Colusión	Colusión datos reales	Competencia perfecta
Ec	8220	14222	8000	7947	32000
Ep	16093	14222	16000	16221	0
BS	24313	28444	24000	24169	32000

Tabla 4.2. Resultados de los excedentes en la simulación realizada.



A partir de los resultados que se han presentado, podemos deducir que la utilización de dicho algoritmo de prueba-error para decidir la cantidad vendida conduce a unas cantidades, precios y beneficios prácticamente idénticos a la situación de colusión.

Del intervalo de confianza para las cantidades podemos inferir que su valor promedio en el tiempo queda ligeramente por encima del colusorio, mientras que el del precio es ligeramente inferior. En el caso de los beneficios, su valor medio en los últimos mil periodos queda en un punto intermedio entre el colusorio que se predice empleando la demanda analítica y el obtenido a partir de los datos reales de los agentes.

A pesar de estas ligeras desviaciones, está claro que la convergencia de las variables cuando los vendedores fijan sus cantidades de esta forma está en torno a la situación colusoria. Así queda patente también para los excedentes, como vemos en la Tabla 4.2.

Estas ligeras diferencias podrían deberse a los diferentes datos de los compradores que se evalúan en cada caso. El algoritmo se ejecuta en base a los datos de los agentes creados en Netlogo, mientras que la cantidad de colusión se calcula a partir de la función de demanda analítica. En el caso del valor de colusión real obtenido de los datos de los agentes, hay que tener en cuenta que obtiene la cantidad óptima de colusión para esa demanda, mientras que el algoritmo realiza un proceso de prueba-error constante.

Comprobar lo que ocurre cuando se toma la demanda analítica en vez de los datos reales de los vendedores nos reafirma en nuestras conclusiones, como se muestra en la Figura 4.13.

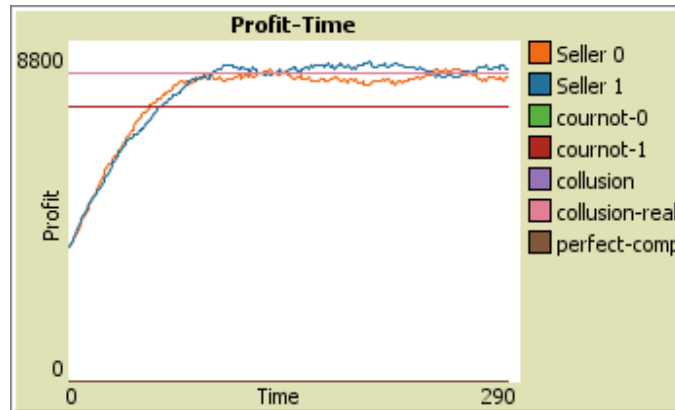


Figura 4.13. Evolución de los beneficios en el mercado para la demanda analítica.

Investigando la conclusión obtenida, se ha encontrado un texto científico al respecto: *Zero-Knowledge Cooperation in Dilemma Games. Steffen Huck, Hans-Theo Normann and Jörg Oechssler*⁹.

En él se demuestra analíticamente que la aplicación de la regla de aprendizaje empleada en este modelo conduce al resultado colusorio. Si las empresas se encuentran en un entorno con una información escasa y emplean esta regla, continuando la variación de cantidad en el mismo sentido mientras genere un aumento de beneficios y cambiando este sentido cuando éstos disminuyen, los resultados convergen a la situación colusoria.

En el texto también se explica que realizando simulaciones para un mayor número de vendedores, el resultado obtenido también es el colusorio. Se trata por tanto de un resultado robusto al número de vendedores existentes en el mercado.

4.3.2.2. Efecto de la presencia o ausencia de ruido.

Cuando el ruido está activado, el algoritmo de determinación de cantidades añade en periodos aleatorios una unidad a la variación de cantidad del vendedor. Es decir, en general cada comprador modifica su cantidad en una cantidad fija, el paso (step). Si activamos el ruido, en cada periodo, cada comprador elegirá aleatoriamente añadir una unidad a este paso o no.



Si ejecutamos el modelo con ruido se obtiene el resultado que se describe en el apartado anterior. Sin embargo, cuando no hay ruido el resultado es en ocasiones bastante distinto.



Figura 4.14. Resultados para una ejecución del modelo sin ruido, con demanda a partir de los agentes.

Como vemos en las gráficas, los consumidores mantienen su cantidad estable para un valor muy inferior al de colusión e incluso al de Cournot, estableciendo un precio muy elevado, y obteniendo unos beneficios menores a los que podrían obtener.

La explicación se halla en la consideración de la demanda basada en los precios de reserva de los agentes. En un punto concreto del modelo, al aumentar la cantidad, se produce un descenso muy brusco del precio. Esto hace que el aumento de beneficios consecuencia del aumento de la cantidad no compense la disminución de estos debido a la bajada del precio.

$$B = (p \downarrow\downarrow\downarrow - CMa) \cdot q \uparrow$$

Esta circunstancia se da únicamente en determinados puntos de la demanda, y si los vendedores siguieran aumentando la cantidad vendida volverían a incrementar sus beneficios. Sin embargo, como no tienen información acerca de la demanda, no



prueban a aumentar más su cantidad por temor a perder más dinero. Con la presencia de ruido se evita este problema al probar aleatoriamente los vendedores cantidades mayores en algunos movimientos, salvando así estos puntos críticos.

En el caso de considerar la demanda como función analítica en vez de a partir de los agentes, no tenemos el problema descrito cuando no hay ruido, y la convergencia hasta los valores de colusión es perfecta.



Figura 4.15. Resultados para una ejecución del modelo sin ruido, considerando demanda analítica.

4.3.2.3. Conclusiones.

Se ha considerado un mercado en duopolio, donde ambos vendedores venden un producto homogéneo, tienen una información limitada, y eligen a la vez las cantidades que ponen a la venta en cada periodo. La regla mediante la que establecen las cantidades es muy sencilla y consiste en continuar la variación de cantidad en el mismo sentido mientras genere un aumento de beneficios y cambiar este sentido cuando éstos disminuyen. Las dinámicas de precios, los beneficios obtenidos y los excedentes convergen hacia unos valores similares a los de la situación colusoria.



En colusión, las empresas establecen un acuerdo mediante el que acuerdan producir una cantidad menor, y por tanto venderla a un precio mayor, que la que venderían si no existiera acuerdo. De esta forma maximizan los beneficios globales que obtienen, que luego se reparten. Esta situación está prohibida por la legislación antimonopolio, las empresas no pueden establecer un acuerdo de colusión explícito mediante el que eleven de forma irregular el precio de mercado.

Sin embargo, a partir de la conclusión obtenida mediante este modelo computacional, podría darse el caso de un mercado en duopolio donde ambas empresas establecen la cantidad vendida en base a una regla de aprendizaje de prueba-error similar a la que se emplea en este modelo. En ese caso, las empresas llegarían a una situación de precios colusorios, pero no habría ninguna razón para sancionarlas, ya que no existiría entre ellas ningún acuerdo explícito (ni implícito) para elevar los precios.

Resulta paradójico que por un lado, a partir de un alto conocimiento del mercado, de tu empresa y de la rival se pueda establecer un acuerdo para alterar ilegalmente el precio de mercado y obtener una situación ventajosa y unos elevados beneficios. Y por otro, la carencia de información, y el uso de una simple regla para establecer las cantidades vendidas conduzca a los mismos precios y beneficios elevados.

No obstante, en la actualidad la mayor parte de las empresas se preocupa considerablemente en conocer su entorno, a sus clientes, sus competidores, etc. y sería muy extraño que emplearan una regla tan simple para tomar sus decisiones. Por tanto, si se observa en un mercado una subida irregular de precios, lo más razonable es pensar que han establecido algún tipo de acuerdo o entendimiento para ello que debe ser perseguido por la ley.

Por otra parte, podemos interpretar los resultados obtenidos al probar el efecto de la ausencia de ruido de la siguiente forma. Si en un duopolio ambas empresas establecen una regla de determinación de cantidades constante e inalterable, por temor a reducir sus beneficios si se salen de este plan; podrían quedarse alrededor de una cantidad que genere unos beneficios muy inferiores a los que podrían obtener. Si arriesgaran en algunos periodos a aumentar su cantidad por encima de lo que establece esta regla (ruido), llegarían a unos beneficios mucho mayores. De hecho, llegarían a los máximos beneficios globales, los equivalentes a una situación de colusión.



4.3.3. Análisis del modelo de duopolio 2.

4.3.3.1. Efecto de la fijación de la cantidad por turnos aleatorios.

Con este modelo podemos evaluar qué ocurre cuando en cada periodo de tiempo es sólo uno de los vendedores el que cambia la cantidad que pone a la venta, mientras el otro la mantiene constante. La forma en la que esta opción está implementada en el modelo hace que los vendedores se turnen aleatoriamente para modificar su cantidad y puede ser que muevan alternativamente una vez cada uno, o que durante varios periodos sea la misma empresa la que cambia su cantidad, permaneciendo la de su rival constante.

La regla que emplean los vendedores es similar a la empleada en el "Modelo de duopolio 1", si la variación en la cantidad genera un aumento de beneficios, se continúa cambiando la cantidad en el mismo sentido, si disminuye los beneficios, se cambia de sentido. Lo que varía respecto al modelo anterior es que la cantidad que mueven los vendedores es un valor proporcional al incremento de beneficios generado.

$$Q_t = Q_{t-1} \pm a \cdot \Delta B$$

Se ha realizado una simulación para comparar los resultados cuando las dos empresas deciden sus cantidades a la vez en cada periodo, con los que se obtienen cuando se turnan aleatoriamente.

Los datos de partida del modelo han sido los siguientes:

- Número de compradores: 1000
- Máximo precio de reserva de los compradores: 100 u.m.
- Coste marginal de los vendedores: 20 u.m.
- Cantidad inicial vendida: 50 uds
- Parámetros a_0 y a_1 de ajuste de la cantidad vendida: 0,03 ambos vendedores

Los valores de las situaciones teóricas (Cournot, colusión, colusión con datos reales y competencia perfecta) para este modelo son los siguientes:



	Cournot	Colusión	Colusión datos reales	Competencia perfecta
Q (uds)	267	200	202	400
P (u.m.)	46,67	60	60,25	20
B (u.m.)	7111	8000	8111	0

Tabla 4.3. Resultados de las situaciones teóricas para la simulación realizada.

Con todos los datos recogidos, se han construido los siguientes intervalos de confianza e histogramas de la simulación (se han realizado únicamente para el vendedor 1, al tener el mismo parámetro de ajuste, los resultados obtenidos son prácticamente idénticos en ambos vendedores):

Cantidad media en los últimos mil periodos (Q_{1000}):

Vendedores deciden a la vez:

Vendedor 1: $\mu_{Q_{1000}} \in [214,3; 218,0]$ con confianza 95 %

Vendedores deciden por turnos aleatorios:

Vendedor 1: $\mu_{Q_{1000}} \in [286,8; 290,1]$ con confianza 95 %

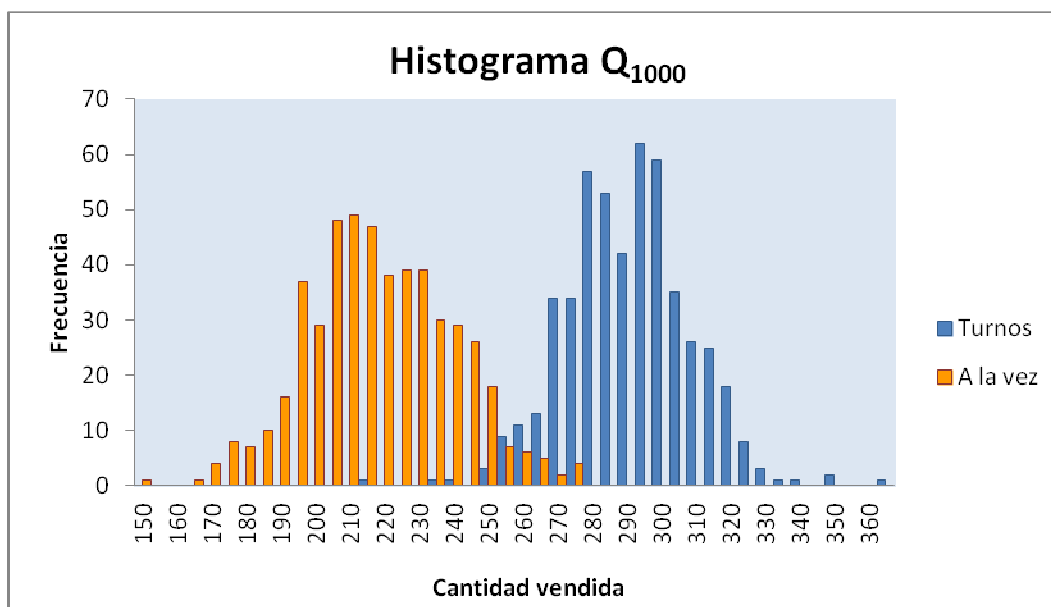


Figura 4.16. Histograma de la cantidad para el vendedor 1.



Precio medio en los últimos mil periodos (P_{1000}):

Vendedores deciden a la vez:

Precio de mercado: $\mu_{P_{1000}} \in [56,71; 57,49]$ con confianza 95%

Vendedores deciden por turnos aleatorios:

Precio de mercado: $\mu_{P_{1000}} \in [42,50; 43,00]$ con confianza 95%

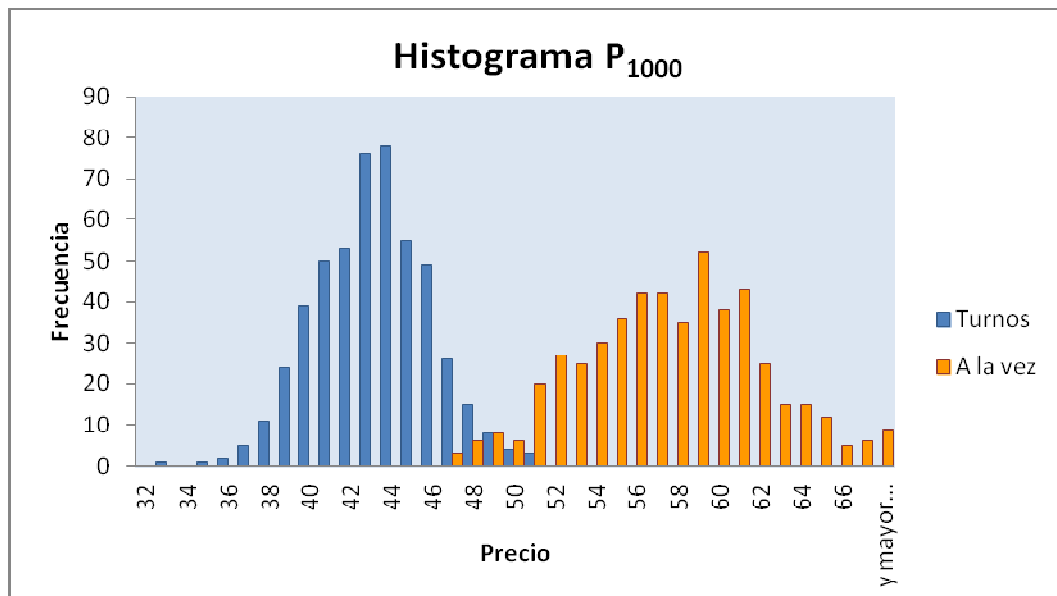


Figura 4.17. Histograma precio de mercado.

Beneficio medio en los últimos mil periodos (B_{1000}):

Vendedores deciden a la vez:

Vendedor 1: $\mu_{B_{1000}} \in [7901,98; 7962,67]$ con confianza 95%

Vendedores deciden por turnos aleatorios:

Vendedor 1: $\mu_{B_{1000}} \in [6460,98; 6571,03]$ con confianza 95%

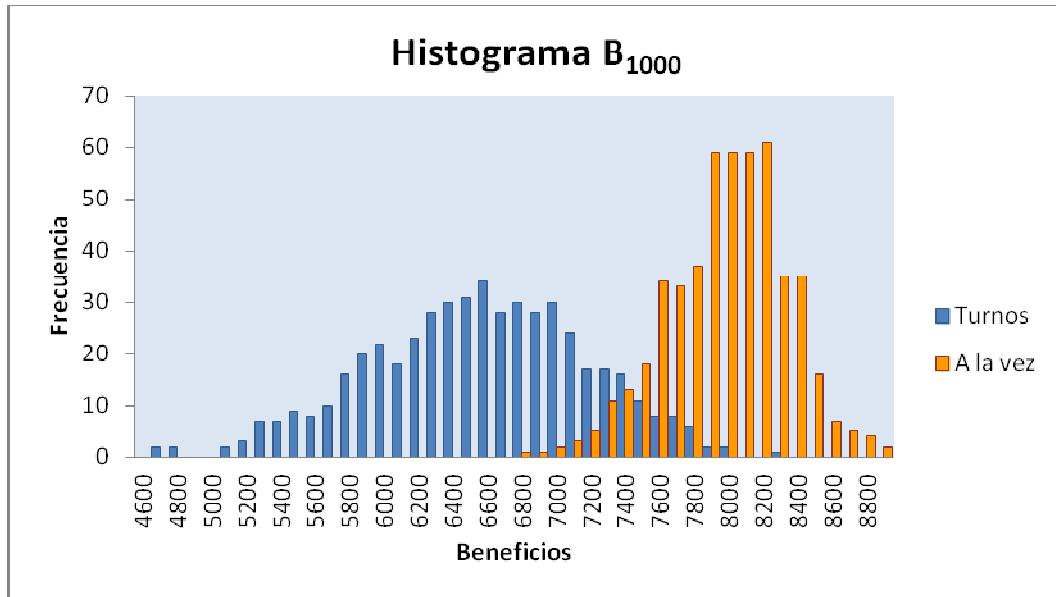


Figura 4.18. Histograma beneficios del vendedor 1.

También se han recogido los resultados de los excedentes de los productores, los consumidores y el excedente total (bienestar social). Se muestra a continuación la tabla resumen con los resultados obtenidos. Los valores relativos al algoritmo del modelo, se corresponden con la media muestral de las variables “promedio de los últimos mil periodos”: \overline{Ec}_{1000} , \overline{Ep}_{1000} y \overline{BS}_{1000}

	Algoritmo	Cournot	Colusion	Colusión datos reales	Competencia perfecta
Ec					
A la vez	9275	14222	8000	7927	32000
Turnos	16444	14222	8000	7908	32000
Ep					
A la vez	15865	14222	16000	16222	0
Turnos	13039	14222	16000	16273	0
BS					
A la vez	25139	28444	24000	24149	32000
Turnos	29483	28444	24000	24181	32000

Tabla 4.4. Resultados de los excedentes para la simulación realizada, cuando los vendedores mueven sus cantidades a la vez o por turnos.



A partir de los resultados que se han presentado, podemos extraer las siguientes conclusiones:

Cuando los dos vendedores establecen las cantidades a la vez, modificando la cantidad vendida en cada periodo de acuerdo a la regla de aprendizaje descrita, se llega a un resultado muy cercano a la situación colusoria. Esto es consecuente con lo que se mostró mediante el "Modelo de duopolio 1", las reglas que determinan cuando las empresas aumentan o disminuyen la cantidad vendida son las mismas, lo único que cambia es la forma de establecer estas variaciones de cantidad. Mientras que en el primer modelo la variación era una cantidad fija más una posible unidad adicional en el caso de que se activara el ruido, en este la variación se calcula como el incremento de beneficios multiplicado por un parámetro.

Al igual que en el modelo anterior, si observamos los intervalos de confianza construidos podemos inferir que los promedios de las variables que se consiguen mediante el algoritmo son distintos a los resultados colusorios teóricos, pero del mismo modo, se observa que están próximos a ellos. Lo mismo ocurre con los excedentes. También hay que mencionar que con este algoritmo las desviaciones son algo mayores, pero como ya se explicó, estas diferencias podrían deberse a que el modelo se ejecuta en base a los datos de los agentes. Si se evalúa tomando la demanda analítica, el resultado converge al de colusión.

Por el contrario, cuando los vendedores se turnan aleatoriamente para modificar la cantidad vendida, los resultados son completamente diferentes y se aproximan más a los de que predice el modelo de Cournot. Respecto a esto, hay que reseñar que las diferencias entre los valores obtenidos mediante el algoritmo y los teóricos de Cournot (Tabla 4.5), son notablemente mayores que las que existen entre la situación de colusión y los resultados obtenidos cuando ambas empresas deciden a la vez.

$Q_{cournot} = 267$ uds	$P_{cournot} = 46,66$ u.m.	$B_{cournot} = 7111$ u.m.
$\overline{Q}_{1000} = 288$ uds	$\overline{P}_{1000} = 42,75$ u.m.	$\overline{B}_{1000} = 6460,91$ u.m.

Tabla 4.5. Comparación entre los valores de Cournot y los obtenidos mediante el modelo.

Nuevamente, la causa de estas desviaciones puede deberse a que por un lado, el algoritmo toma los datos reales de los compradores creados en Netlogo, mientras que



por otro, la cantidad del equilibrio de Cournot está calculada para la función de demanda analítica.

Si ejecutamos el modelo haciendo que el algoritmo tome la curva de demanda analítica y deje a un lado los datos de los agentes, la convergencia a los valores de Cournot es perfecta (Figura 4.19).

Esto nos permite extraer una nueva conclusión y es que considerar la demanda de las empresas como agentes individuales (tal como es en realidad), tiene una gran influencia en las cantidades y precios que se puede prever que se van a poner en juego en el mercado. La variación entre los resultados que se obtienen a partir de la función matemática que representa la demanda y aquellos que resultan del modelado en base a agentes individuales es en ocasiones muy significativa.

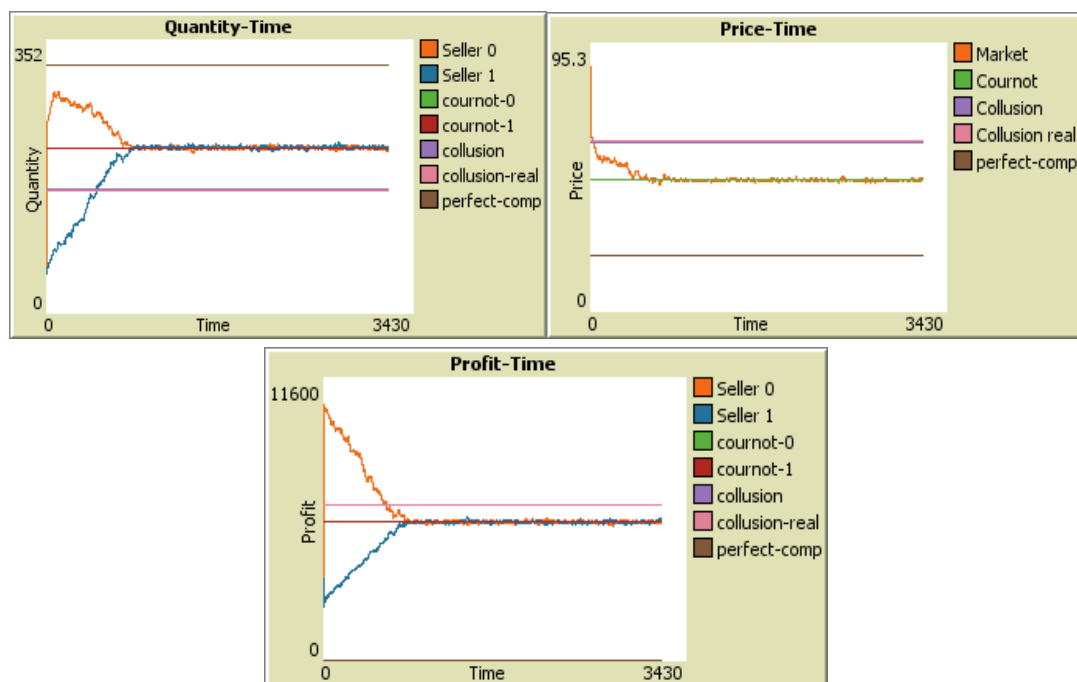


Figura 4.19. Resultados obtenidos mediante el modelo para la curva de demanda analítica.

4.3.3.2. Efecto de la agresividad con la que los vendedores modifican la cantidad vendida.

En este modelo, podemos variar los parámetros que ajustan las cantidades que los vendedores ofertan en cada periodo. Este incremento o decremento de cantidad



vendida se calcula multiplicando la variación de beneficios entre el último periodo y el anterior por un parámetro que puede ser diferente para ambos vendedores.

$$Q_t = Q_{t-1} \pm a \cdot \Delta B$$

Si ambos vendedores establecen un parámetro de ajuste elevado e igual, la agresividad con la que se modifican las cantidades genera bruscos cambios en los precios y los beneficios obtenidos. Los vendedores incurren en ocasiones en pérdidas.

Si uno de ellos adopta una estrategia agresiva (un parámetro elevado), y otro una más conservadora, (parámetro menor), se observan dos posibles efectos:

Por una parte, aquel que adopta una estrategia más agresiva tiene una ventaja inicial. Durante los primeros periodos sus aumentos bruscos en la cantidad vendida le harán capturar una mayor cuota del mercado. El vendedor más conservador puede tener dificultades para sumar clientes, porque a causa de la cantidad elevada que produce su rival, puede que lo más interesante para él sea mantener su nivel de producción. Si lo aumentara, presionaría a la baja sobre el precio, y tanto sus beneficios como los del competidor podrían reducirse. Como ya sabemos, el algoritmo supone que esta información acerca del competidor es desconocida por las empresas, por lo que dicho vendedor lo único que percibe es que ha aumentado la cantidad producida y sus beneficios han disminuido. Probablemente disminuya su oferta cuando tome de nuevo la decisión.

Por otra parte, cuando ambas empresas se encuentran en el entorno del equilibrio, aquella que es más agresiva realiza unos movimientos más bruscos, generando unos mayores beneficios en algunos casos, pero disminuyéndolos de una forma más frecuente.

4.3.3.3. Conclusiones.

Se ha considerado un mercado en duopolio, donde ambos vendedores venden un producto homogéneo y tienen una información limitada (no tienen por qué conocer la demanda ni las características de la empresa competidora). Establecen las cantidades que venden a partir de una sencilla regla que consiste en continuar la variación de



cantidad en el mismo sentido mientras genere un aumento de beneficios y cambiar este sentido cuando éstos disminuyen. Esta variación en la cantidad es proporcional a la variación de los beneficios registrada en el periodo anterior.

Si ambas empresas establecen a la vez las cantidades en cada periodo, los resultados obtenidos se aproximan a los obtenidos en una situación de colusión. Sin embargo, esta conclusión no es robusta al orden en el que ambos vendedores establecen sus cantidades. Cuando éstos se turnan aleatoriamente, y en cada periodo es uno de ellos el que modifica la cantidad, permaneciendo la del otro constante, no se llega al resultado colusorio. Los precios y beneficios obtenidos se aproximan más a los que predice el modelo de duopolio de Cournot.

Si analizamos la forma de establecer las cantidades vendidas, podemos llegar a razonar esta diferencia de comportamiento del mercado. Por un lado, cuando las empresas deciden a la vez, al centrarse únicamente en sus beneficios, y variar sus cantidades de acuerdo a ellos, están realizando un proceso de prueba-error individual, tratando de maximizar sus beneficios. Tras repetir el proceso en el tiempo, se llega a una cantidad en la que ambos maximizan sus beneficios individuales, de forma que también se maximizan los beneficios globales del mercado, objetivo de los acuerdos de colusión.

Por otro lado, cuando los vendedores se turnan para establecer las cantidades, están realizando un proceso similar al que describe Cournot. Manteniéndose la cantidad de la empresa competidora fija, prueban a cambiar la suya para tratar de maximizar sus beneficios. En definitiva, dada la cantidad que produce la otra empresa (que no conocen), prueban a producir diferentes cantidades para tratar de conseguir aquella que maximiza sus beneficios. Este proceso se repite en el tiempo. El resultado final es que se llega a unas cantidades tales que cuando uno de los vendedores la cambia (aumentándola o disminuyéndola), observa que sus beneficios disminuyen. Ambas empresas están obteniendo el mejor resultado dado el que hace su rival, aunque no conozcan lo que hace su rival. Es el equilibrio de Cournot-Nash.

En los mercados reales, lo más habitual es que las empresas se vayan turnando en modificar su producción. Generalmente, una de las empresas será la primera en mover, y la otra o las otras, al observar este movimiento (o darse cuenta de él a través



de posibles consecuencias como una disminución brusca de sus beneficios), decidirán qué estrategia pueden adoptar para hacer frente a la situación.

4.3.4. Análisis del modelo de monopolio.

4.3.4.1. Efecto de la demanda dinámica.

Mientras que la Economía Neoclásica considera una función de demanda constante, una de las principales novedades de este modelo es la de poder evaluar la influencia que tiene la variabilidad de la demanda sobre las dinámicas de precios de un mercado en monopolio. Se ha realizado una simulación para observar este efecto.

En la simulación, realizada para los datos de los agentes (no la demanda analítica), se han fijado los siguientes parámetros de entrada:

- Número de compradores: 1000.
- Máximo precio de reserva: 100 u.m.
- Precio inicial del monopolista: 40 u.m.
- Paso máximo del precio del monopolista: 3 u.m. (El monopolista variará su precio en cada periodo un precio aleatorio entre 0 y 3).

Para estos valores, se ha analizado la influencia de considerar o no una demanda dinámica, para dos costes marginales diferentes, uno bajo (30) y otro más cercano al máximo precio de reserva de los consumidores (70).

El mayor o menor coste marginal va a tener un efecto en el poder de monopolio que tiene el vendedor, es decir, en la capacidad de éste para establecer un precio superior al precio competitivo (donde este precio es igual al coste marginal). También influye en los beneficios obtenidos, a mayor coste, menor beneficio.

Nos centramos ahora en el caso en el que el coste marginal es igual a 30 u.m.

Los resultados teóricos que se obtendrían son:

$$P_{\text{monopolio}} = 65 \text{ u.m.}$$

$$Q_{\text{monopolio}} = 350 \text{ uds.}$$

$$B_{\text{monopolio}} = 12250 \text{ u.m.}$$



Tanto para el caso de demanda constante, como para el caso de demanda dinámica, el algoritmo genera un precio medio y una cantidad media en los últimos 1000 periodos bastante cercanos al que predice el monopolio teórico.

Precio:

Monopolio teórico: 65 u.m.

Con demanda constante: $\overline{p_{1000}} = 65,24$ u.m

Con demanda dinámica: $\overline{p_{1000}} = 65,44$ u.m.

Cantidad:

Monopolio teórico: 350 uds.

Con demanda constante: $\overline{q_{1000}} = 349,39$ uds.

Con demanda dinámica: $\overline{q_{1000}} = 345,58$ uds.

Esta ligera diferencia en los precios (superiores al del monopolio teórico) y cantidades (inferiores al monopolio teórico), genera también una diferencia en el beneficio:

Beneficio:

Monopolio teórico: 12250 u.m.

Con demanda constante: $\overline{B_{1000}} = 12222$ u.m.

Con demanda dinámica: $\overline{B_{1000}} = 11952$ u.m.

En el caso del beneficio, la diferencia experimentada en el caso de demanda dinámica es más considerable. De hecho, si construimos el intervalo de confianza para este B_{1000} :

$$\mu_{B_{1000}} \in [11945, 11959] \text{ con confianza } 95\%$$



Por tanto, se puede afirmar que el beneficio medio a lo largo del tiempo en el caso de demanda dinámica es inferior al beneficio que predice la Economía Neoclásica (12250).



Figura 4.20. Gráfica del beneficio a lo largo del tiempo. El beneficio medio a lo largo de los últimos 1000 periodos (B_{1000}), es inferior al beneficio del monopolio teórico, aunque en instantes concretos esté por encima de este.

Una posible causa de esto puede ser la gran variabilidad de precios, cantidades y beneficios que genera la demanda dinámica, y que puede llevar al monopolista a no encontrar el precio (y la cantidad correspondiente) óptimo en cada instante. El precio que puede generar grandes beneficios para un periodo y demanda determinado, puede generar uno mucho menor al periodo siguiente, si la demanda ha cambiado sustancialmente.

Las divergencias más significativas se pueden observar al comparar la variación de las variables en el tiempo cuando la demanda es constante, con la variación cuando ésta es dinámica. Para ello se han recogido las desviaciones estándar de los valores de cada variable en los últimos mil periodos.

Precio. Desviación estándar de los últimos 1000 periodos:

Con demanda constante: $\bar{s} = 2,35$ u.m.

Con demanda dinámica: $\bar{s} = 5,25$ u.m.

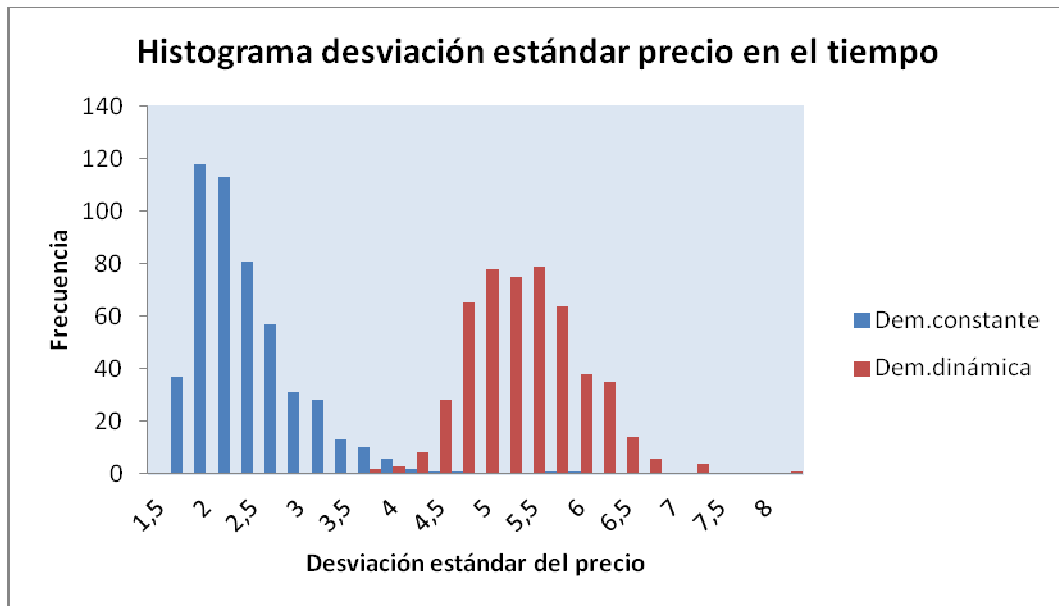


Figura 4.21. Histograma de la desviación estándar del precio en los últimos 1000 periodos.

Cantidad intercambiada. Desviación estándar de los últimos 1000 periodos:

Con demanda constante: $\bar{s} = 23,81$ ud

Con demanda dinámica: $\bar{s} = 54,61$ ud

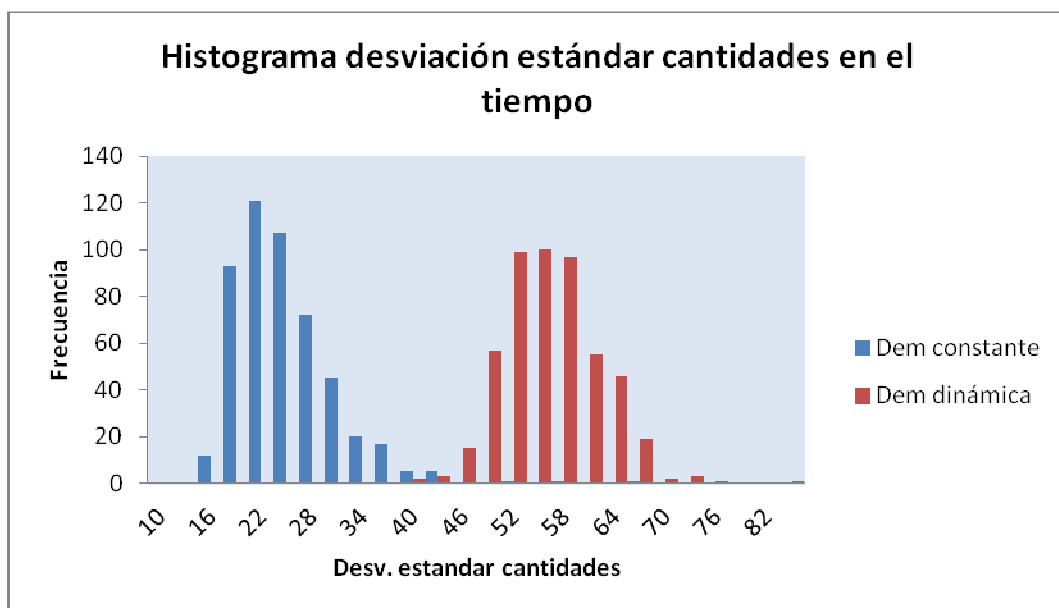


Figura 4.22. Histograma de la desviación estándar de la cantidad en los últimos 1000 periodos.



Beneficios del monopolista. Desviación estándar de los últimos 1000 periodos:

Con demanda constante: $\bar{s} = 124,99$ u.m.

Con demanda dinámica: $\bar{s} = 674,23$ u.m.

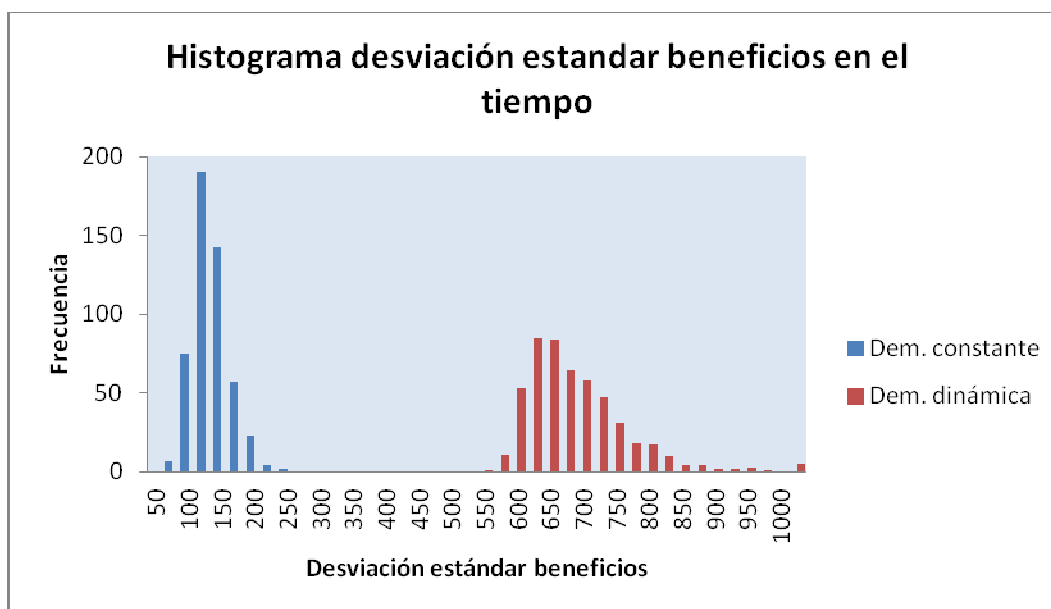


Figura 4.23. Histograma de la desviación estándar de los beneficios en los últimos 1000 periodos.

Como se puede ver en estos resultados, la variabilidad de la demanda genera una gran dispersión en el precio establecido por el monopolista, la cantidad vendida y el beneficio obtenido. Al cambiar la demanda, la decisión que toma el vendedor en base a los datos del un periodo puede no ser adecuada para la demanda del siguiente.

Por ejemplo, si en el último periodo, se ha aumentado el precio y se han aumentado los beneficios, el vendedor puede decidir seguir aumentando el precio. Supongamos que en ese periodo, la demanda disminuye drásticamente. La cantidad vendida también lo haría en una cantidad considerable, y el monopolista habría disminuido notablemente sus beneficios. En el periodo siguiente optará por cambiar su estrategia, pero si posteriormente vuelve a subir la demanda, puede que se esté alejando nuevamente del óptimo. En definitiva, esta variabilidad provoca que el monopolista no encuentre fácilmente una zona de precios estable e idónea para sus intereses.



Por otra parte, se han recogido los datos correspondientes a los excedentes de consumidores y productores y al excedente total (bienestar social). Se han comparado los excedentes esperados por el monopolio teórico, y los obtenidos en la simulación para los casos de demanda constante y dinámica. Los valores obtenidos en cada muestra son el promedio de los excedentes en los últimos 1000 periodos. En la tabla se recogen las medias de todas esas muestras.

	Monop. Teórico	Dem. constante (Media muestral de la variable "promedio de los últimos mil periodos")	Dem. dinámica (Media muestral de la variable "promedio de los últimos mil periodos")
Ec	6125	6067	6119
Ep	12250	12221	11952
BS	18375	18288	18071

Tabla 4.6. Comparación excedentes previstos por en la Economía Neoclásica con los obtenidos mediante el modelo.

En la tabla se puede observar que el excedente del productor coincide con el beneficio (debido a las consideraciones que hemos tomado de costes fijos nulos y coste marginal constante), y que al igual que este es inferior en el caso en el que la demanda es dinámica. El valor cuando se considera la demanda constante es muy cercano al previsto en el monopolio teórico.

El caso del excedente de los consumidores es contrario, en el monopolio con demanda dinámica, el valor se aproxima más al del monopolio teórico. Cuando la demanda es constante, el monopolista puede establecer con mayor exactitud un precio óptimo para él, y captura un mayor excedente de los consumidores.

En cuanto al excedente total (bienestar social), se observa que es mayor cuando la demanda es constante. Cuando se asume la variabilidad de la demanda, ésta provoca que el precio (y la cantidad correspondiente) no sean siempre las más idóneas para el monopolista, para los consumidores o para ambos. La eficiencia o bienestar social en este caso es menor y se podría aumentar si el monopolista fuera capaz de establecer el precio óptimo en cada periodo.



4.3.4.2. Efecto de la posibilidad de que compradores esperen.

Independientemente de la simulación de la que se extraen todos los datos y conclusiones que se describen en los párrafos anteriores, también se ha observado el efecto de otra de las características especiales del modelo, la posibilidad de que ciertos compradores esperen para adquirir el producto.

Tal como se explicó, esta opción tiene el objetivo de acercar aún más la situación del modelo a la que se podría dar en un mercado real. La demanda es dinámica, pero añadiendo unas características especiales. Los compradores que adquieren el producto y aquellos que ven imposible acceder a él, se marchan y dejan su lugar a nuevos compradores. Sin embargo, aquellos cuyo precio de reserva es inferior pero está próximo al establecido por el comprador, permanecen en el mercado a la espera de un posible descenso del precio.

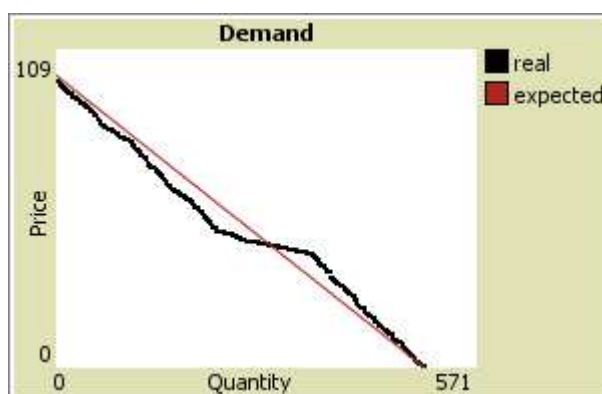


Figura 4.24. Ejemplo del efecto sobre la curva de demanda que tienen los compradores que esperan para adquirir el producto.

Esto provoca una progresiva acumulación de consumidores cuyo precio de reserva es ligeramente inferior al de mercado, (tal como se observa en la Figura 4.24). Si el monopolista se diera cuenta de esta circunstancia, bajaría inmediatamente el precio, y capturaría un gran volumen de consumidores que le generarían un incremento importante de los beneficios. Sin embargo, otra de las características del modelo, es la suposición de una información limitada por parte del monopolista, que únicamente decide en base al precio que establece en los diferentes periodos y los beneficios que obtiene.

Si durante el desarrollo del algoritmo, el monopolista baja el precio e incrementa considerablemente los beneficios, su reacción será seguir bajándolo más. Pero una



vez servidos los consumidores que estaban esperando para el producto, la demanda recuperará una forma más aproximada a la teórica esperada, y los beneficios probablemente no sigan aumentando.

La carencia de información por parte del monopolista hace que este comportamiento de los consumidores sea desconcertante para él, y le genere más problemas que beneficios.

Se ha realizado una nueva simulación para comparar los resultados cuando se considera una demanda dinámica nueva para cada periodo, y cuando en esta demanda algunos compradores esperan para adquirir el producto. Los parámetros de entrada que se han fijado son:

- Número de compradores: 1000.
- Máximo precio de reserva: 100 u.m.
- Precio inicial del monopolista: 40 u.m.
- Paso máximo del precio del monopolista: 3 u.m. (El monopolista variará su precio en cada periodo un precio aleatorio entre 0 y 3).
- Coste marginal del monopolista: 20 u.m.

Se recogen los resultados para los precios, cantidades y beneficios de las diferentes alternativas. En el caso de posibilidad de esperar, se ha tomado un 20% de sobreprecio máximo para que los compradores estén dispuestos a esperar. Es decir, si por ejemplo el precio de reserva de un comprador es de 10 u.m. está dispuesto a esperar si el precio del monopolista es igual o menor a 12 u.m.

	Dem.dinámica (Media muestral de la variable "promedio de los últimos mil periodos")	Dem.dinámica con precio de espera 20% (Media muestral de la variable "promedio de los últimos mil periodos")	Monop. Teórico	Comp. perfecta
Precio (u.m.)	60,39	42,55	60	20
Cantidad (ud.)	396	436	400	800
Beneficio (u.m.)	15659	9345	16000	0

Tabla 4.7. Precio, cantidad y beneficio para demanda dinámica, con y sin compradores esperando, y las situaciones de monopolio teórico y competencia perfecta.



Como se comentó en el análisis de la simulación anterior, la consideración de demanda dinámica genera unos precios, cantidades y beneficios ligeramente diferentes a los obtenidos por el modelo de monopolio teórico. Pero al añadir la posibilidad de que algunos compradores esperen para adquirir el producto, la distorsión que se provoca es muy significativa. Hay que resaltar que esta influencia depende del sobre-precio considerado. Para el valor tomado en la simulación (20%), se observa que los resultados del monopolista en cuanto a precio y beneficios pasan a un punto intermedio entre la situación de competencia perfecta y el monopolio teórico.

El vendedor tiene muchas dificultades para establecer el precio óptimo en cada periodo debido a la gran variabilidad de la demanda ocasionada por los compradores que esperan para adquirir el producto. Los beneficios son notablemente menores a los que predice la Economía Clásica.

4.3.4.3. Conclusiones.

Se muestran a continuación tres gráficas (Figura 4.25, Figura 4.26 y Figura 4.27), donde se puede apreciar el comportamiento a lo largo del tiempo de las variables precio, cantidad y beneficios para las situaciones analizadas mediante el modelo.

con unos beneficios mucho menores a los que podría obtener.

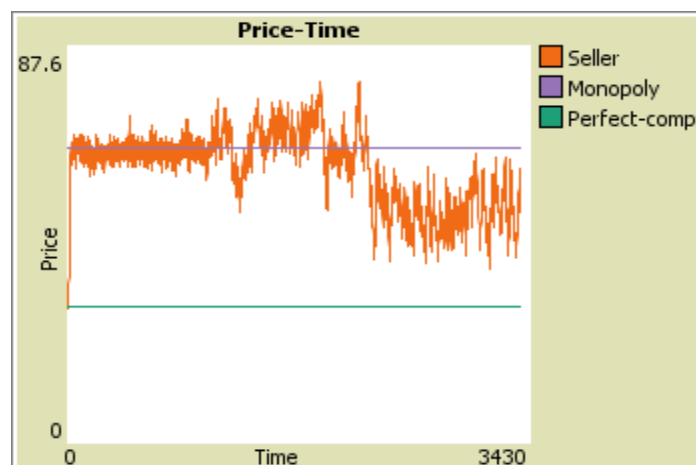


Figura 4.25. Precio a lo largo del tiempo, primero con demanda constante, después dinámica, y en el último tramo incluyendo la probabilidad de que algunos compradores esperen.

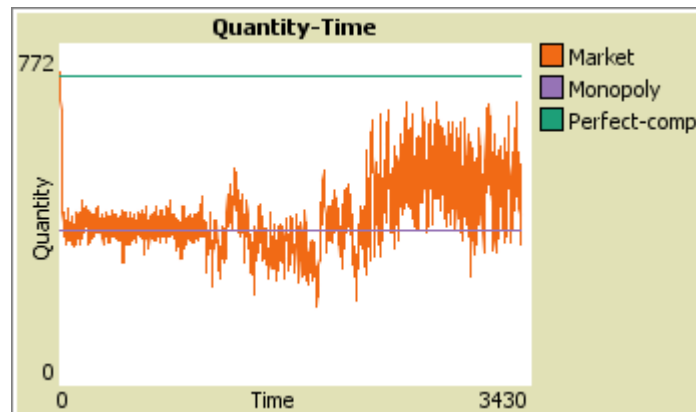


Figura 4.26. Cantidad vendida a lo largo del tiempo, primero con demanda constante, después dinámica, y en el último tramo incluyendo la probabilidad de que algunos compradores esperen.

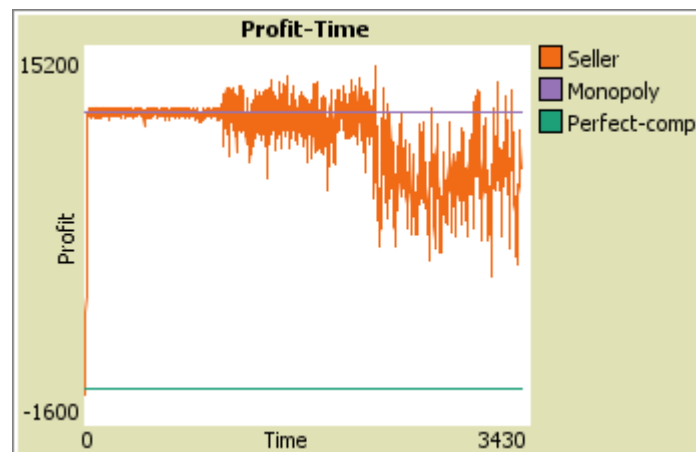


Figura 4.27. Beneficio a lo largo del tiempo, primero con demanda constante, después dinámica, y en el último tramo incluyendo la probabilidad de que algunos compradores esperen.

El primer tramo de las gráficas corresponde a la consideración de demanda constante, donde las variables oscilan levemente alrededor de un valor de equilibrio que es aproximadamente el del monopolio teórico. A continuación, se ha activado la opción de demanda dinámica. Aunque el valor promedio alrededor del que oscilan las variables está muy cercano a los anteriores, la variabilidad de los resultados es mucho mayor. Si añadimos la opción de que unos consumidores entren y salgan del mercado, mientras otros esperan para adquirir el producto, continúa esta dispersión de los valores de precio, cantidad y beneficios. En este caso, los beneficios que obtiene el monopolista son menores a los que consigue en los resultados anteriores.

En definitiva, la variabilidad de la demanda y el comportamiento de los consumidores generan incertidumbre en el monopolista a la hora de establecer el



precio de su producto. Si la información del vendedor es limitada y no conoce este comportamiento de la curva de demanda, le será difícil encontrar el precio idóneo en cada periodo, y alternará algunos periodos con unos beneficios elevados, con otros El monopolista, al ser el único que vende un determinado producto, está en una posición de privilegio para establecer el precio, y obtener unos beneficios superiores a los resultantes de una situación competitiva. Sin embargo, aspectos como la variabilidad de la demanda, el comportamiento de los consumidores, y la falta de información pueden limitar el poder de monopolio que este puede ejercer y dificultarle la maximización de sus beneficios. La incertidumbre del mundo real genera unos límites a estos beneficios que en general serán menores a los que predice la Economía Neoclásica para el caso de información perfecta y demanda constante.

4.4. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN.

La investigación realizada en este proyecto mediante los modelos computacionales desarrollados se ha centrado en dos estructuras de mercado, el duopolio y el monopolio. Así mismo, se han supuesto unas características muy concretas a los modelos creados (producto homogéneo, demanda lineal, costes marginales constantes), y se han evaluado las influencias de unos pocos parámetros sobre las dinámicas de precios que emergen en el mercado.

A partir del trabajo desarrollado, surgen multitud de posibilidades para continuar profundizando en los aspectos ya analizados aquí, y estudiar otros complementarios. Algunas de estas posibles líneas futuras se enumeran a continuación:

- Ampliar los modelos de duopolio desarrollados, introduciendo un mayor número de vendedores, que utilicen unos algoritmos de decisión similares u otros nuevos, comprobando así la robustez de las conclusiones obtenidas.
- Añadir a los modelos de duopolio creados la opción incluida en el de monopolio de demanda dinámica, para estudiar su efecto sobre el comportamiento del mercado oligopolístico.
- Evaluar unos modelos de duopolio u oligopolio similares, tomando como variable de decisión el precio en lugar de la cantidad. De la misma forma que hay mercados en los que los vendedores toman sus decisiones en base a la



cantidad que ponen a la venta, también hay otros en los que las decisiones se toman en base a los precios de venta.

- Introducir en los modelos curvas de demanda que se ajusten a diferentes formas, y unos costes marginales variables, que sean función de la cantidad producida.
- Crear los modelos de mercado donde se intercambien productos diferenciados, es decir en los que los consumidores estén dispuestos a pagar un precio mayor por los productos de unas empresas que por los de otras.

5- PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO.



5. PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO.

En este capítulo se incluye la planificación del proyecto, tanto en el aspecto temporal como económico. En él se muestran las relaciones existentes entre las diferentes tareas que lo componen, así como sus duraciones y fechas previstas. Posteriormente aparece el seguimiento realizado de la ejecución de esas tareas, y las variaciones en su duración. Al final del capítulo se recoge el presupuesto estimado del proyecto.

5.1. PLANIFICACIÓN.

5.1.1. Esquema de descomposición del trabajo (EDT)

Se muestra a continuación la lista de tareas que componen la ejecución de este proyecto. Algunas de ellas están compuestas por varias subtareas. También se incluyen los hitos del proyecto.

EDT	Nombre de tarea
1	Propuesta y planificación del proyecto
2	Documentación
2.1	Reparar apuntes Política Industrial y Tecnológica
2.2	Leer Pindyck: Capítulos estructuras de mercado
2.3	Leer manual de usuario de Netlogo
3	Descarga e instalación de Netlogo
4	Documentación finalizada – Hito
5	Primera fase redacción memoria
5.1	Escribir introducción y contexto del proyecto
5.2	Escribir síntesis estructura de los mercados en la Economía Neoclásica
6	Final de la primera fase de redacción – Hito
7	Planificación de las situaciones y mercados a analizar
8	Desarrollo del algoritmo y programación en Netlogo
8.1	Duopolio 1 y 2
8.2	Monopolio
8.3	Planificación de las simulaciones y conclusiones a obtener
8.4	Completar y perfeccionar los modelos
9	Modelos computacionales finalizados – Hito
10	Realizar las simulaciones
11	Escribir memoria
11.4	Explicación de los modelos



EDT	Nombre de tarea
11.5	Resultados de las simulaciones y conclusiones
11.6	Revisión final de la memoria
12	Redacción de la memoria finalizada – Hito
13	Imprimir memoria
14	Proyecto finalizado – Hito

Tabla 5.1. Esquema de descomposición del trabajo.

5.1.2. Diagrama de Gantt.

Se muestra en la página siguiente el diagrama de Gantt donde aparecen reflejadas las duraciones previstas de las tareas, las fechas de inicio y finalización, las relaciones de precedencia entre ellas, y los recursos empleados. También se muestran en rojo las tareas de la ruta crítica, que son la mayoría, ya que casi todas las actividades se van realizando en serie y tienen unas relaciones fin a comienzo entre ellas.

Tan solo la tarea 10, realizar las simulaciones, tiene cierta holgura (3 días), ya que se realiza al mismo tiempo que la tarea 11.4, escribir explicación de los modelos. Otra tarea que podría tener holgura es la tarea 3, descarga e instalación de Netlogo; sin embargo, se ha programado para que comience lo más tarde posible, justo antes de la tarea siguiente, por lo que su holgura es cero y forma parte de la ruta crítica.



Proyecto: Estudio de dinámicas de precios	Tarea		Agrupar por síntesis		Tareas externas		Tarea manual		Sólo fin	
	División		Tarea resumida		Hito externo		Sólo duración		Fecha límite	
	Hito		Tarea crítica resumida		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Tarea crítica	
	Resumen		Hito resumido		Hito inactivo		Resumen manual		Progreso	
	Resumen del proyecto		Progreso resumido		Resumen inactivo		Sólo el comienzo			



5.1.3. Hitos y fechas objetivo.

La figura que se incluye a continuación detalla los hitos del proyecto, con sus fechas objetivo programadas.

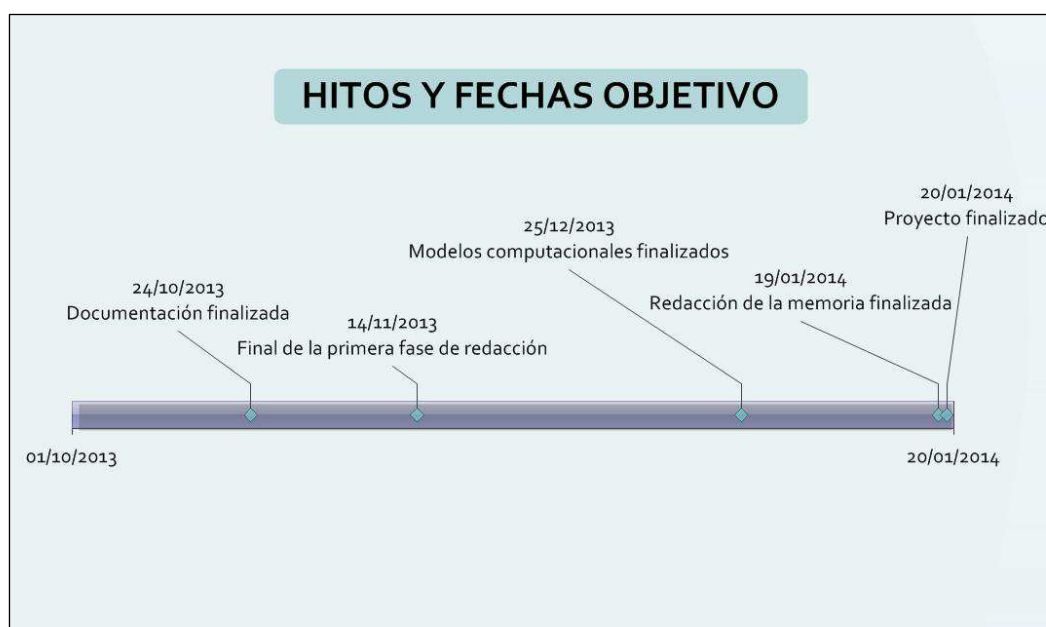


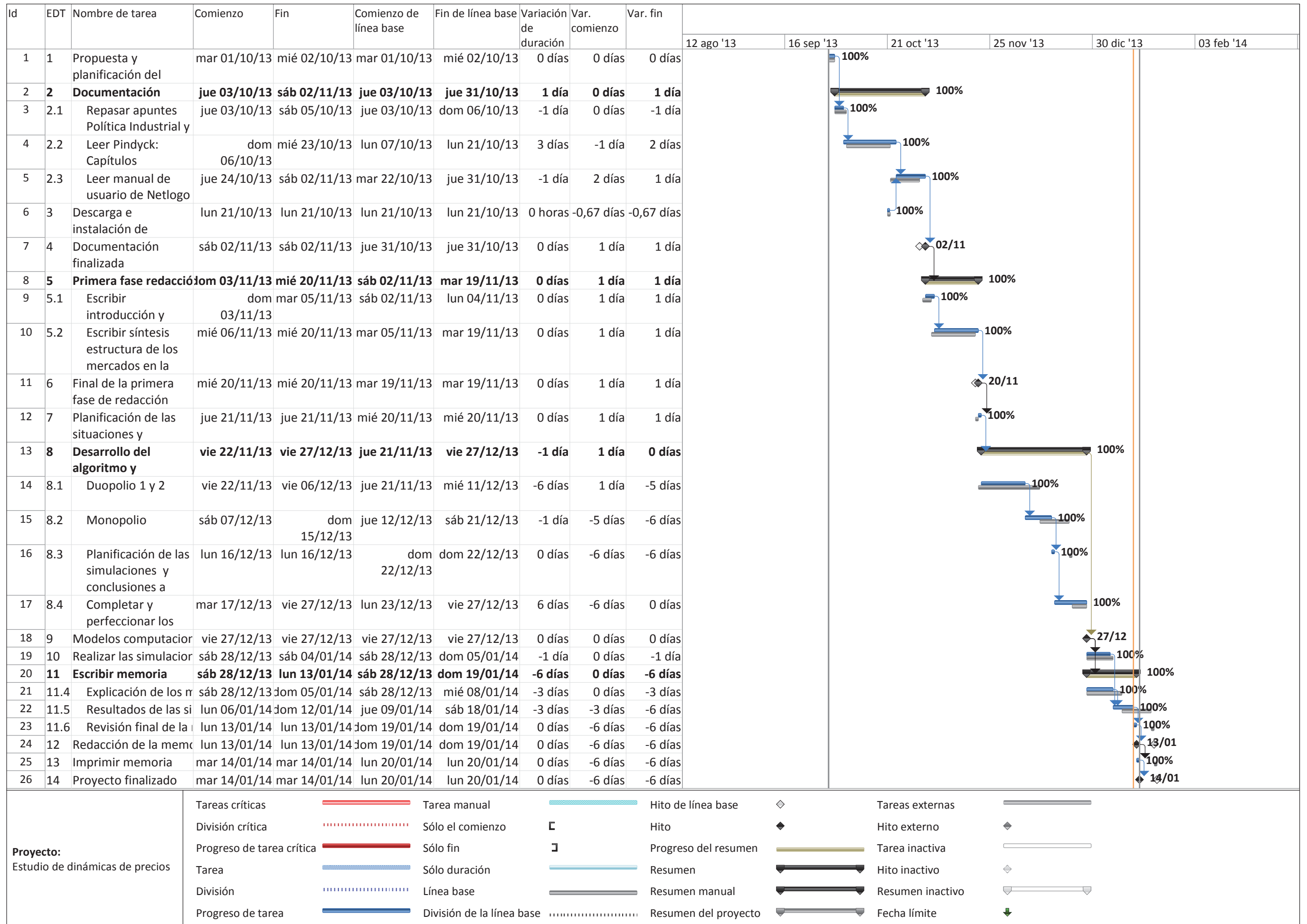
Figura 5.1. Escala de tiempo con hitos y fechas objetivo del proyecto.

5.1.4. Gantt de seguimiento.

Se ha analizado el progreso del proyecto mediante el diagrama de Gantt de seguimiento. En él se incluyen las fechas y duraciones reales de las tareas y su comparación con la línea base, (programación prevista del proyecto que se mostró en el diagrama de la página anterior).

Uno de los aspectos más reseñables en este seguimiento es que la fecha de fin del proyecto se ha visto adelantada. La fecha de entrega de la documentación del proyecto se fijó en una fecha anterior a la esperada (15 y 16 de enero), por lo que ha sido necesario disminuir la duración de algunas tareas para poder finalizar el proyecto a tiempo.

Se ha conseguido adelantar la fecha de finalización del proyecto seis días. Las variaciones de duraciones y fechas de inicio y finalización de las tareas se muestran en la página siguiente.





5.2. PRESUPUESTO.

Se incluye a continuación el presupuesto de ejecución del presente proyecto. Las partidas que lo componen son las horas de trabajo del ingeniero, la amortización de equipos (ordenadores), la bibliografía necesaria (se ha obtenido en préstamo de la biblioteca universitaria, pero en caso necesario, hubiera habido que comprarla), y la impresión de documentos.

Se considera que la amortización del software básico de los ordenadores, (Word, Excel, etc) está incluida en la partida de amortización de equipos. Por otra parte el software específico requerido para la realización de este trabajo, la Plataforma Netlogo, es un programa de acceso libre, por lo que no tiene coste alguno.

Concepto	Precio unitario	Unidades	Precio total
Trabajo ingeniero	17 €/h	280 h	4.760,00 €
Amortización equipos y software	1,50 €/dia	105 días	157,50 €
Bibliografía	90 €	1	90,00 €
Impresión documentos	50 €/ud	2	100,00 €
TOTAL PRESUPUESTO			5.107,50 €

En cuanto a los ingresos esperados cabe comentar que por la naturaleza del proyecto (informe de investigación), se considera que el potencial cliente sería una institución pública o de regulación de mercados. Por ello, nos encontraríamos en una situación con un único vendedor y un único comprador, es decir un monopolio bilateral. Tal como se comentó en el apartado correspondiente de este documento (3.6.5), es difícil saber qué precio tomará el producto (proyecto de investigación), ya que nos hallaríamos ante una situación de negociación y el resultado podría depender del tiempo del que dispongan ambas partes, la paciencia o la capacidad de uno de ellos para convencer al otro.

6- BIBLIOGRAFÍA.



6. BIBLIOGRAFÍA.

1. Pindyck, R. S. & Rubinfeld, D. L. *Microeconomía*. (Pearson-Prentice-Hall, 2009).
2. Lladós i Masllorens J. , Oliva Furés M., Cortada Guasch P., Duch Brown N., López Andrés F.X., Ponce Alifonso X. *Economía, mercados y conducta*. (Editorial UOC, 2006).
3. Economía neoclásica. *Wikipedia Encicl. Libre* (2013). at <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Econom%C3%ADa_neocl%C3%A1sica&oldid=69287768>
4. Clift Jeremy. Cuestionar los dogmas. *Finanz. Desarro.* at <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2009/09/pdf/people.pdf>>
5. Salazar, M. A. Comercio, Economía y Actualidad: El fin de la economía racional. *Comer. Econ. Actual.* (2009). at <<http://salazarmario.blogspot.com.es/2009/08/el-fin-de-la-economia-racional.html>>
6. Teoría de las perspectivas. *Wikipedia Encicl. Libre* (2013). at <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Teor%C3%ADa_de_las_perspectivas&oldid=68286009>
7. Luis R. Izquierdo, José M. Galán, José I. Santos y Ricardo del Olmo. Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *EMPIRIA Rev. Metodol. Ciencias Sociales* pp. 85–112. (2008).
8. Netlogo User Manual. (2013). at <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>>
9. Steffen Huck, Hans-Theo Norman and Jörg Oechssler. Zero-Knowledge Cooperation in Dilemma Games. *J Theor Biol* (2003). doi:10.1006/jtbi.2003.3129