LECCIONES SOBRE LA TEORIA DEL EQUILIBRIO CON RENDIMIENTOS CRECIENTES

ANDREU MAS-COLELL

ABRIL 1987

ALICANTE

COL·LECCIÓ D'ECONOMIA

CONSELLERIA D'ECONOMIA I HISENDA
C/. Palau 14 - 46003 VALENCIA

Depósito legal: V-1708-1987
Fotocomposición y maqueta: Fototipo
Imprime: Martín impresores

PRESENTACIÓN

En la jornada de clausura del I[er] Congrés D'Economia Valenciana celebrado en octubre de 1984, el Muy Honorable Presidente de la Generalidad, D. Joan Lerma i Blasco, resaltó la importancia de seguir reflexionando sobre la economía valenciana, como vía para detectar los diferentes tipos de problemas que pueden existir y que limitan su capacidad de expansión.

Esta intervención que animaba a la continuidad de los esfuerzos desplegados no pasó inadvertida, de forma que los resultados del Congreso no se agotaron con la publicación en 1985, por la Conselleria d'Economia i Hisenda, de las ponencias, sino que dejaron dos legados que es preciso destacar. Así, la pretensión de los organizadores del Congreso de mantener abierta la discusión sobre los problemas económicos valencianos se plasmó al año siguiente con la celebración en Alicante de las Jornadas sobre «L'Economia Valenciana i la Comunitat Europea», organizadas conjuntamente por la Conselleria d'Economia i Hisenda y la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de Alicante.

Pero la riqueza tanto del debate sobre nuestra economía como de las propuestas de acciones que contribuyan a mejorar el nivel de bienestar de los ciudadanos no dependen únicamente de que se estimulen los foros en los que estas discusiones tengan lugar. Depende también, sin duda alguna, del nivel de preparación profesional de sus participantes, y en ésto las universidades valencianas, particularmente sus Facultades de Economía, tienen la máxima responsabilidad.

Quienes estamos integrados en las universidades tenemos asignadas dos tareas de máxima importancia que se encuentran totalmente interrelacionadas: la creación de nuevos conocimientos científicos y la transmisión de estos conocimientos a los alumnos, esto es, a los futuros profesionales. Nuestra vinculación con los economistas y los centros internacionales punteros en la investigación económica adquiere, por tanto, la máxima relevancia.

El segundo legado que nos ha dejado el Congreso tiene que ver, precisamente, con este objetivo de interrelacionarnos con los centros académicos de mayor prestigio internacional. En la citada sesión de clausura del Congreso el presidente de la Generalidad Valenciana anunció la intención de patrocinar la celebración en cada una de las tres universidades valencianas de unas lecciones anuales impartidas por prestigiosos economistas internacionales que, en el caso de la Universidad de Alicante, se denominarían «Lecciones Germán Bernácer».

El anuncio de estas lecciones significaba un importante reto para la joven Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de Alicante, mas aún si tenemos presente que con estas lecciones se evocaba la memoria del economista alicantino Germán Bernácer, largamente vinculado a la Escuela de Comercio de Alicante y, probablemente, el único economista español que en su tiempo tuvo un reconocimiento y proyección internacional.

El reto de las lecciones ha sido acogido con entusiasmo por la Facultad, habiéndose podido impartir hasta el momento dos de ellas. La monografía que ahora se presenta corresponde, precisamente, a las Segundas Lecciones Germán Bernácer. El hecho de que se publique el material correspondiente a las segundas lecciones pone de manifiesto por sí solo el interés de las mismas, aunque su repercusión no acaba, ni mucho menos, con su publicación. Las lecciones facilitan la conexión con los ilustres profesores que nos visitan y con sus universidades. Sin las lecciones estas conexiones tan necesarias serían significativamente más difíciles. La apertura al exterior de la Facultad de Alicante es deudora de las lecciones y de sus patrocinadores. Todos debemos felicitarnos por ello.

La monografía que el lector tiene ante sí ha sido elaborada por el profesor de la Universidad de Harvard Andreu Mas-Colell. Glosar la talla intelectual del profesor Andreu Mas-Colell es bastante fácil para un economista. Andreu Mas es no sólo, de forma inequívoca, el mejor economista español sino también, indudablemente, uno de los mejores economistas del mundo. El largo número de trabajos publicados en las mejores revistas por Andreu Mas, el hecho de que haya sido y sea editor de algunas de las revistas profesionales más prestigiosas y que posea el mayor rango académico en una universidad de la reputación de Harvard lo pone de manifiesto.

Más difícil resulta referirse a la cordialidad y facilidad de relación que pudimos tener con el profesor Andreu Mas, porque tal mención puede entenderse como un halago ritual. Preferiría destacar lo estimulante que resultó su estancia y las ayudas que prestó a un grupo de profesores que le expusieron trabajos en curso, animando a los economistas alicantinos a tener una mayor presencia activa en la comunidad científica internacional.

Todo ello, junto con el texto de sus lecciones que ahora se publican, ponen de manifiesto la utilidad, en múltiples aspectos, que tienen las Lecciones Germán Bernácer.

Alicante, mayo de 1988

Ignacio Jiménez Raneda
Decano de la Facultad CC. EE. y EE.
Universidad de Alicante.

PREFACIO

Fue para mí un enorme placer dictar las segundas lecciones Germán Bernácer en la Universidad de Alicante. Lo fue por al menos tres razones: (i) estrictamente personales: mi padre procede de la provincia de Alicante (de la localidad de Xaló) y Alicante siempre ha tenido una fuerte presencia en nuestra vida familiar; (ii) la invitación a impartir estas lecciones me proporcionó el incentivo necesario para escribir el material que sigue. Sin las lecciones no lo habría hecho. Finalmente, y de mayor importancia (iii) me proporcionó una excusa para pasar una semana con el joven y dinámico grupo de investigadores de la Universidad de Alicante. Su entusiasmo y ganas de trabajar fueron contagiosos. Me llevé la clara, y grata, impresión de que el grupo va para más.

Gracias pues a los estudiantes y profesores de la Universidad de Alicante (que podría quizá personificar en los firmantes de la carta de invitación formal, los profesores Carmen Herrero Blanco e Ignacio Jiménez Raneda) y también a la institución patrocinadora, la Generalitat Valenciana.

I. El modelo clásico de competencia.

Por modelo clásico de competencia me refiero al modelo de equilibrio económico general formulado por primera vez en los *Eléments d'Economie Politique Pure* (1) de L. Walras en 1874 y que culmina en la síntesis recogida en la *Teoría del Valor* (2) de G. Debreu (1959) y en *Análisis Competitivo General* (3) de K. Arrow y F. Hahn (1971). Por supuesto por detrás de Walras está la larga tradición de la economía Clásica (en mayúscula) con la que, vista en perspectiva histórica, mantiene una gran continuidad. Sobre todo en los aspectos de producción en que nos centraremos en estas lecciones. Una nota terminológica: utilizo el término "clásico" (en minúscula), como una forma de designar la tradición central del tema que nos interesa. Si hubiera que utilizar mayúsculas quizás fuera más apropiado hablar del modelo Neoclásico. Pero no voy a hacerlo así porque estos términos tienden a relativizar demasiado el sentido de progreso en el pensamiento económico.

En el modelo clásico la realidad económica se contempla abstractamente como la interacción de una multitud de agentes a través de un sistema de precios que todos ellos toman como dado, es decir no influenciable por sus propias acciones. Los agentes económicos pueden ser de muchos tipos: consumidores, agencias gubernamentales, clubs deportivos, empresas, etc. En la versión más pura de la teoría todo agente económico colectivo debe reducirse en última instancia a sus componentes individuales. El agente colectivo no es entendible mas que como una manifestación de la interacción de los agentes individuales que lo componen. No voy en estas lecciones a ser tan purista. De hecho voy a concentrarme en un tipo particular de agente económico colectivo: las empresas y voy a hacer sobre las mismas la hipótesis realista de que toman sus decisiones en vista a la maximización de beneficios.

Es obvio que una empresa es una colectividad humana complejísima. Algunos de los mejores esfuerzos de los teóricos contemporáneos de la economía están dirigidos, precisamente, a tratar de entender la naturaleza de las interacciones internas en una empresa (incentivos, control,transmisión de información, etc.). En estas lecciones sin embargo adoptaremos una visión muy esquemática de la empresa: la misma será simplemente una máquina que transforma *inputs* en *outputs*. Es por lo tanto esencial que hablemos de la tecnología de esta transformación.

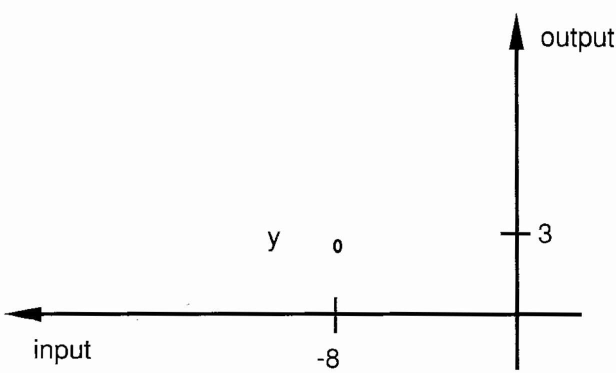
La esencia del modelo clásico reposa sobre la idea (bien explícita en el análisis de actividades lineales de T. Koopmans (4)) de que hay un universo Y de tecnologías posibles (un «book of blueprints» -un libro de diseños- en la frase feliz de Joan Robinson) del que las empresas hacen uso libremente para producir *outputs* por medio de *inputs* adquiridos en el mercado o contribuidos por los «propietarios» de la empresa (y que pueden ser *inputs no* disponibles en el mercado). En el modelo clásico dos son los principios fundamentales que se imponen sobre el universo de las tecnologías: (i) divisibilidad y (ii) aditividad. Divisibilidad significa que si una transformación tecnológica es posible entonces una transformación que es en todo idéntica excepto que es a una escala más reducida es también posible. Aditividad significa que si dos transformaciones tecnológicas son posibles separadamente entonces también es posible llevarlas a cabo simultáneamente, es decir no hay interferencia en la operación de ambas.

Permítaseme ser un poco más formal y para compensar ofrecer alguna ilustración gráfica. Supongamos que hay 1 mercancías posibles entre *inputs* y *outputs*. Midamos los *outputs* en unidades positivas y los *inputs* en unidades negativas. Una tecnología elemental es entonces una lista (en términos matemáticos un vector):

$$(y^1, \ldots, y^l)$$

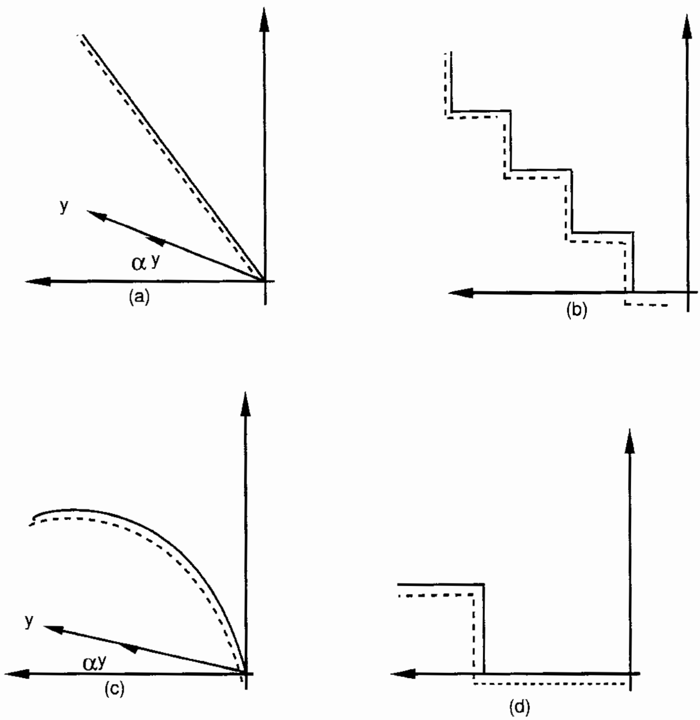
donde las entradas negativas indican los *inputs* requeridos para producir los *outputs*, es decir las entradas positivas. Por ejemplo, si la mercancía 1 son horas de trabajo por día y la 2 son toneladas de trigo por año, entonces la tecnología (-8, 3) nos dice que ocho horas de trabajo por día pueden convertirse en tres toneladas de trigo por año. La tecnología se representa gráficamente por el punto y en la figura 1.

FIGURA 1



El universo de tecnologías posibles Y, o conjunto de producción, especifica, por definición, las tecnologías posibles. Es decir una tecnología elemental Y es realizable (si están disponibles las cantidades necesarias de inputs) si y sólo si y está en Y. La figura 2 representa varios conjuntos de producción Y:

FIGURA 2



En la figura, (a) y (c) son divisibles: si $y \varepsilon Y$ entonces $\alpha y \varepsilon Y$ para $0 \leq \alpha \leq 1$. Las figuras (a) y (b) son aditivas: si y, $y' \varepsilon Y$ entonces $y + y' \varepsilon Y$. La figura (b) corresponde a un caso de indivisibilidades: los *inputs* y los *outputs* sólo vienen en unidades de tamaño fijo. Pero la aditividad se cumple: con diez unidades de *input* se pueden producir diez unidades de *output*. No así en la figura (d) que no es, por tanto, ni divisible ni aditiva. Sólo una unidad indivisible es producible. La primera empresa que entra se ha apoderado, por así decirlo, de una tecnología irrepetible.

La combinación de las propiedades de divisibilidad y aditividad tiene una implicación fundamental para la forma geométrica del conjunto de producción *Y*. A saber: *Y* es un conjunto convexo. Dadas dos tecnologias posibles y, $y' \varepsilon$ Y y $0 \leq \alpha \leq 1$ la tecnología $\alpha y + (1 - \alpha) y'$ también es posible. Geométricamente, si los extremos de un segmento pertenecen a *Y* entonces todo el segmento pertenece a *Y*. Los conjuntos (a) y (c) de la figura 2 son convexos, no así (b) y (d). Convexidad en una propiedad con la que Vds. estarán familiarizados de sus cursos de microeconomía, la encontrarán con nombres como «ley del decrecimiento de la productividad marginal», «ley del decrecimiento de la relación marginal de sustitución entre factores», etc. (véase, por ejemplo, la tercera parte de las *Lecciones de Teoría Económica –Aguilar,* 1968– del economista valenciano recientemente fallecido, José Castañeda).

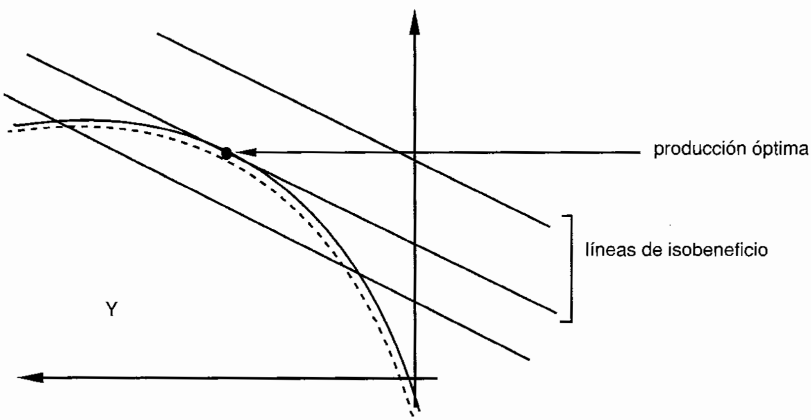
Pero hay más: la aditividad y la divisibilidad también implican los rendimientos constantes a escala (como en la figura 2 (a)). La interpretación económica de los rendimientos constantes es la libre entrada. Una empresa (o, mejor, una planta de producción) concreta bien puede exhibir rendimientos decrecientes. Lo que se afirma es que aunque ello sea así, siempre es posible crear una empresa idéntica paralela a la primera de tal forma que la combinación de las dos duplican exactamente las posibilidades de producción de una de ellas.

Supongamos pues que tenemos un cierto número de empresas cada una con su tecnología y cuyo propósito es elegir una producción que maximice beneficios dados los precios de mercado $p = (p^1, \ldots, p^l)$. Si la empresa i adopta una tecnología $(y_i^1, \ldots, y_i^l)$, por ejemplo $y_i = (-8, 3)$, entonces los beneficios serán:

$$p^1 y^l_i + \dots + p^1 y^l_i$$

Nótese que con la convención de signos adoptada se suman los ingresos por la venta de productos y se restan los costes por la compra de *inputs*. Entre las varias tecnologías posibles la empresa eligirá la que maximice beneficios. Véase la figura 3.

FIGURA 3



En este punto podríamos preguntarnos: ¿por qué las empresas toman los precios como dados?. Tocaremos algo este tema más adelante. Por ahora baste decir que si todas las producciones posibles de una empresa son pequeñas relativamente al tamaño del mercado entonces tiene sentido que la empresa tome el precio como dado. Otra justificación, más sutil y de la que también hablaremos más adelante depende de la libre entrada.

Las empresas están en equilibrio relativamente al sistema de precios p si cada una de ellas está maximizando beneficios. Esta es la condición de equilibrio que afecta al lado de la oferta. Para un equilibrio competitivo completo debemos añadir el equilibrio del lado de la demanda y la condición de equilibrio del mercado, es decir, la igualdad de oferta y demanda. Pero de momento me concentraré solamente en el equilibrio del lado de la oferta. ¿Cuáles son las propiedades de este equilibrio?:

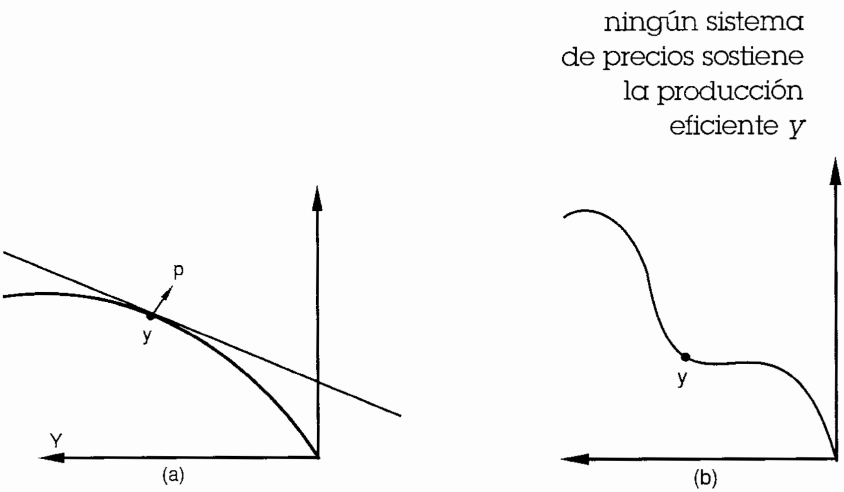
(i) el vector *input–output* agregado es eficiente. Es decir es imposible reorganizar la producción de tal forma que se produzca más *outputs* utilizando menos *inputs*. La demostración de esta propiedad fundamental es bien sencilla. Cada empresa maximiza beneficios. Por lo tanto los beneficios de cada empresa (y por aditividad también los totales) originados por cualquier reorganización de la producción no pueden ser mayores que los de los iniciales. Pero los beneficios totales serían mayores si fuera posible aumentar las cantidades de *output* sin aumentar las de *inputs*. Así pues tal reorganización no es posible.

(ii) los beneficios de cada empresa son nulos. Ello es una consecuencia obvia de la aditividad, o libre entrada. Si los beneficios fueran positivos existiría un incentivo a doblar la producción de la empresa (creando, por ejemplo, una nueva planta): los beneficios también se doblarían. Sólo los beneficios nulos son compatibles, pues, con el equilibrio de la producción.

Es interesante constatar que las dos propiedades anteriores se derivan solamente de la aditividad. La importancia de los rendimientos decrecientes es que nos garantiza la convexidad. La convexidad es esencial para las siguientes dos propiedades de existencia que, de momento, sólo mencionaremos:

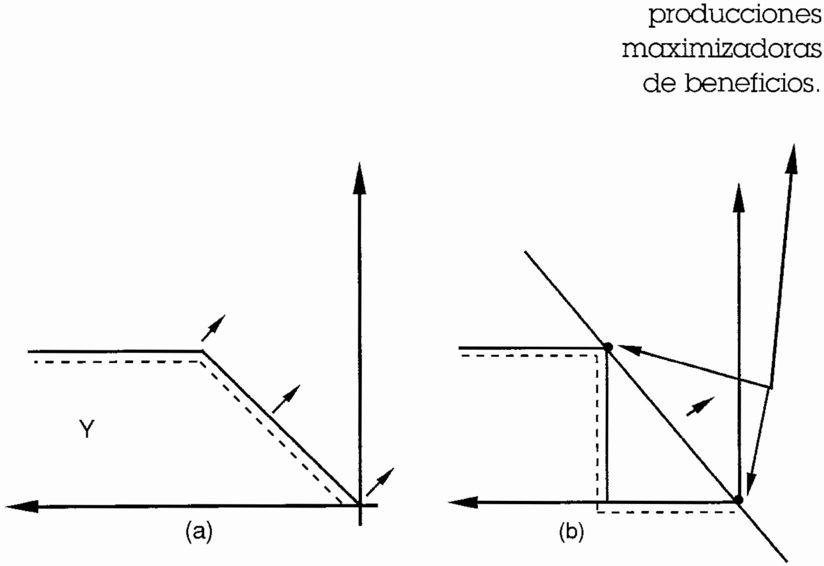
(iii) todo sistema de producciones que genere una producción agregada eficiente puede sostenerse por medio de un sistema de precios. Es decir, hay un sistema de precios tal que cada empresa maximiza beneficios. Esto se ilustra en la Figura 4:

FIGURA 4



(iv) las producciones maximizadoras de beneficios no están sujetas a cambios discontinuos respecto a los precios. Aquí discontinuo debe entenderse en un sentido preciso: la falta de convexidad del conjunto de producciones maximizadoras de beneficios a un sistema de precios dado. Véase la figura 5 donde la continuidad se da en la Figura 5a) pero no en la 5b).

FIGURA 5



La continuidad, con respecto a los precios, de los planes de oferta, como los de la demanda, es uno de los ingredientes fundamentales para garantizar la existencia de un sistema de equilibrio general. Pero este es un tema en el que no nos adentraremos.

La teoría descrita hasta ahora está sujeta a dificultades teóricas y de realismo. Empezaré mi discusión por la dificultad teórica. Es un hecho común a todas las ciencias que su progreso se ve estimulado tanto por la crítica de los hechos, (es decir, la contrastación empírica) como por la autoreflexión provocada por anomalías internas de la teoría. La economía no es excepción.

II. Una dificultad teórica.

En dos palabras la dificultad teórica es la siguiente: dados los precios y la demanda total de equilibrio, las condiciones de equilibrio no determinan ni el número, ni el nivel de actividad de las empresas. En efecto los beneficios de producción son nulos lo que quiere decir que cualquier múltiplo (mayor o menor que uno) de los niveles de producción de una empresa también maximiza beneficios. La demanda total puede satisfacerse con un número no determinado de empresas.

¿Qué teoría es ésa que no determina la configuración empresarial de una economía?.

Hay una versión más dura, pero menos convincente, del mismo tipo de crítica. Podríamos exponerla de la siguiente forma. Lo que la libre entrada significa es que hay un factor de producción, llamémosle voluntad empresarial, que está disponible en cantidad ilimitada (ahí está el aspecto dudoso de este argumento). Supongamos que aparte de la voluntad empresarial hay un sólo otro factor, trabajo, y un sólo *output*, y que hay sustitución entre los dos factores. Supongamos que nos encontramos en un equilibrio y consideremos una empresa dada. Para la utilización dada de «voluntad empresarial» podemos representar la función de producción parcial entre trabajo y *output* en la figura 6 donde *y* representa la producción de equilibrio. ¿Es esta configuración posible?. No, porque el precio de la voluntad empresarial es positivo y ello no es compatible con el equilibrio general. Por lo tanto podemos tener un equilibrio solamente si el segmento (o,a) de la figura 6 desaparece, es decir solamente si la producción de la empresa es nula. Resumiendo: no puede existir un equilibrio con producción positiva de *output*. El punto débil de esta crítica es la hipótesis de que la voluntad empresarial es un factor disponible en cantidad ilimitada. Si ello es así deviene un bien libre y es como si en el conjunto de producción sólo el factor trabajo contara y el conjunto tomara la forma de la figura 7.

FIGURA 6

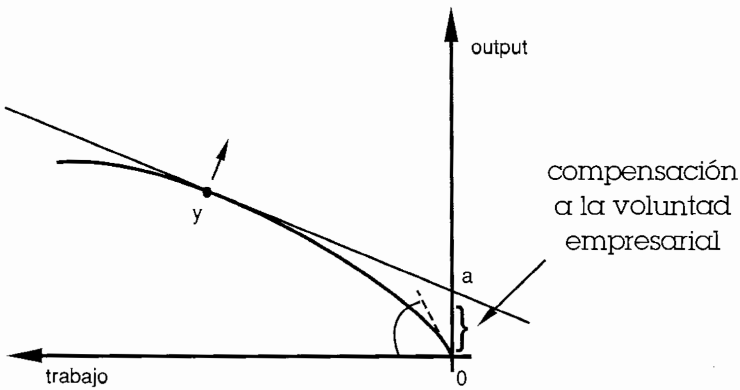
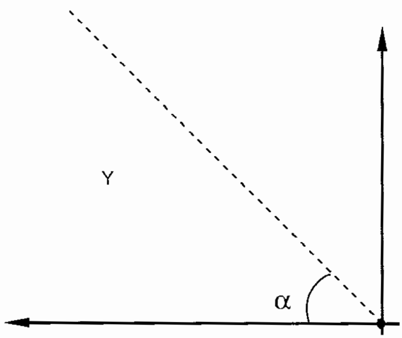


FIGURA 7



Ya se ve que la forma semiabierta de Y (en la figura 7) va a crear problemas. Sólo el origen es eficiente y sostenible por precios.

III. Una solución a la dificultad teórica: la no convexidad es pequeña.

La solución, por así llamarla, tradicional de nuestro problema consiste en eliminarlo por el procedimiento simple de suponer que el número de empresas está dado desde el principio. Es la solución adoptada en el libro de Debreu y en el de Arrow y Hahn.

Simplemente se supone que las empresas ya están ahí, que tienen sus conjuntos de producción propios y que tienen especificadas las fracciones de propiedad de los distintos consumidores. Es una forma de decir que la ambigüedad de la teoría se rompe a base de especificar a priori a qué empresa contribuye cada consumidor sus factores de producción (más rigurosamente, aquellos factores de producción de los que no se deriva utilidad).

No es ésta una solución muy satisfactoria. Hay otra de mayor interés y bastante natural. Consiste en reconocer que existe un tamaño óptimo de una empresa individual. En otras palabras, consiste en eliminar la hipótesis de divisibilidad y admitir que las empresas tienen una zona inicial de rendimientos crecientes. La situación más simple podría describirse como sigue. La tecnología universal es como en la figura 2 (b) mientras que la de una empresa es como en 2 (d). Si, y ésta es una condición fundamental, la unidad natural de la empresa es pequeña relativa al tamaño de la demanda, la teoría será en todo respecto análoga al modelo clásico (claramente el desajuste entre demanda y oferta total no puede ser mayor que el tamaño de una empresa, es decir, relativamente pequeño). Sin embargo, el número de plantas está ahora perfectamente bien determinado. Nótese que digo plantas, no empresas. Cómo las plantas se agrupen en empresas depende de la estructura financiera de la economía, un tema que está más allá del alcance de estas lecciones.

Lo que hemos visto en esta sección es que incluso una anomalía interna de la teoría nos ha aconsejado rebajar un tanto la hipótesis de divisibilidad y admitir una zona (pequeña) de rendimientos crecientes. La no convexidad no sólo no nos ha molestado (el desajuste demanda-oferta es pequeño) sino que nos ha ayudado. Desgraciadamente esta es la última ocasión en que esto sucederá. Las no convexidades a partir de ahora van a ser un quebradero de cabeza.

IV. Dificultades de realismo.

Las dificultades principales con las hipótesis tecnológicas tienen que ver, sin embargo, con su realismo. En pocas palabras: las hipótesis son muy fuertes y dejan mucho fuera de la teoría.

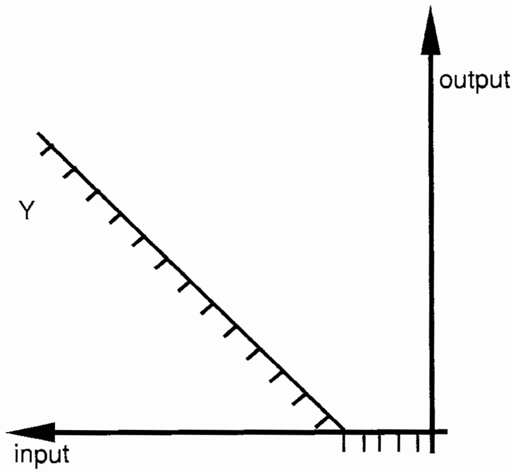
Será util organizar la exposición a base de pasar revista, primero, a los fallos de divisibilidad y, después, a los de aditividad.

Supondremos para empezar que no hay fallos de aditividad. Algunos ejemplos comunes de fallo de divisibilidad son los siguientes:

(a) Hay un sólo *input* y un sólo *output*. La naturaleza del mismo es tal que sólo es producible, o utilizable, en un tamaño fijo. Véase la figura 2 b) No hay razón para pensar que (como en la sección anterior) este tamaño fijo sea pequeño relativo al mercado (piénsese en aeropuertos).

(b) El ejemplo familiar de una tecnología de rendimientos constantes a escala pero para la que se requieren costes de instalación para operarla a escala positiva. Véase la figura 8.

FIGURA 8

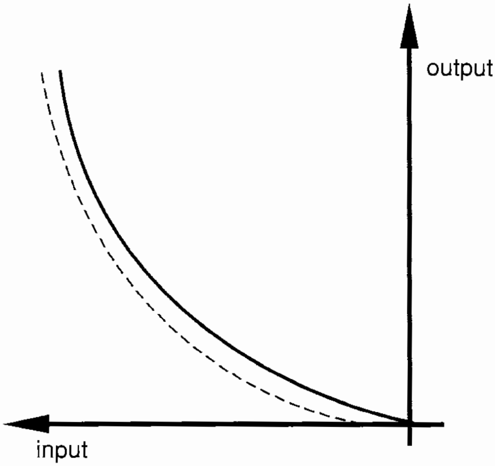


Puesto que los costes fijos se distribuyen uniformemente entre las distintas unidades producidas el resultado neto es que tenemos rendimientos crecientes a escala de extensión ilimitada.

(c) Los rendimientos crecientes pueden no tener su origen en indivisibilidades de *inputs* y *outputs* físicos, sino en factores de organización interna. Un ejemplo clásico es la idea de A. Smith según la cual la productividad del trabajo está determinada, debido a la especialización y la división del trabajo, por la extensión del mercado. La idea de Smith puede entenderse como un recurso brillante para obtener rendimientos crecientes a una escala superior a la del trabajador individual en un mundo donde, sin embargo, no hay ningún otro factor de producción (como el capital).

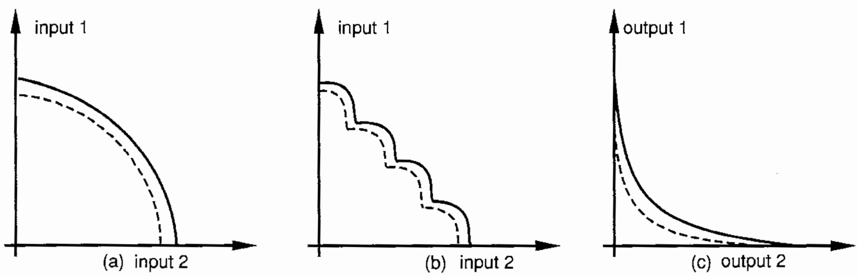
(d) Las economías externas à la Marshall constituyen otro ejemplo. Supóngase que el uso total de *input* en la industria está bien correlacionado con un *input* implícito de carácter público (la calidad de la fuerza de trabajo, por ejemplo). Entonces el conjunto de producción de la industria puede muy bien ser como el de la figura 9.

FIGURA 9



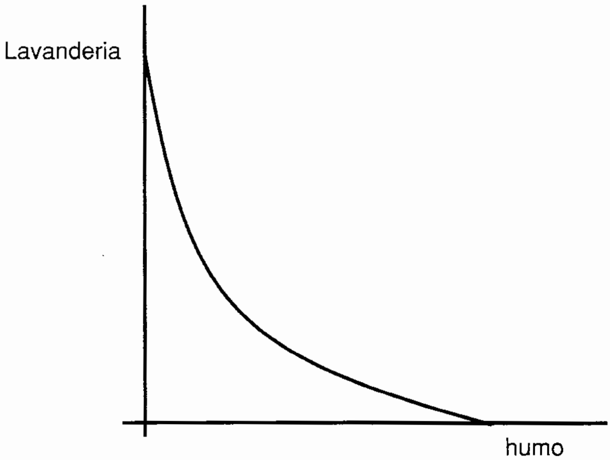
Todos estos ejemplos son compatibles con la aditividad del conjunto de producción. Es un hecho bien interesante que si tenemos rendimientos crecientes el manteniemiento de la aditividad no contribuye en absoluto a mitigar las no-convexidades. Más bien al contrario sirve como correa de transmisión para extenderlos, por así decirlo, por todas partes. Por ejemplo, si un *output* se puede producir por medio de tecnologías elementales, cada una de ellas utilizando un *input* distinto, pero con rendimientos crecientes, entonces las isocuantas de la función de producción serán como en la figura 10 (a). La figura 10 (b) representa la situación para un número finito de actividades elementales no lineales. De forma similar la figura 10 (c) representa las producciones posibles de dos *outputs* con una cantidad fija de *input* si cada output puede producirse a partir del *input* con rendimientos crecientes. Sería muy conveniente si nuestra teoría pudiera desenvolverse en un mundo semiconvexo en el sentido que tuviesemos rendimientos crecientes a escala pero, de tal forma, que dada una producción fija de *output* o una utilización fija de input las producciones compatibles constituyeran un conjunto convexo. Lo que la discusión precedente nos enseña es que un mundo convexo puede sostenerse con gran parsimonia de hipótesis teóricas (divisibilidad y aditividad). No así para un mundo semiconvexo.

FIGURA 10



Hasta ahora hemos tenido aditividad pero no divisibilidad. Mantengamos ahora la divisibilidad pero examinemos la aditividad más de cerca. Es muy fácil ver cuan común es que los procesos tecnológicos se interfieran mutuamente. La teoría de las diseconomías externas proporcionan ejemplos clásicos. Supongamos que tenemos dos actividades localizadas en el mismo lugar y que utilizan trabajo con rendimientos constantes. Los *outputs* son, respectivamente, productos de lavandería y productos que emiten humo. Obviamente los procesos se interferirán. La diseconomía creada por el humo hará que para una cantidad fija dada de trabajo, las producciones posibles sean como en la figura 11. Vemos cómo el conjunto de producciones posibles no es convexo; de hecho, hay rendimientos crecientes en la transformación de humo en productos de lavandería.

FIGURA 11



Obsérvese que las figuras 11 y 10 (c) son idénticas, pero las razones de la no convexidad son muy distintas. Aquí la tecnología es de rendimientos constantes pero no tenemos aditividad mientras que allá (10 (c)) la tecnología es de rendimientos crecientes y es la aditividad quien hace la no convexidad inevitable. Obsérvese también que si bien tanto las economías como las deseconomías externas son fuente de no convexidades, las razones no son completamente las mismas en los dos casos (5).

V. El problema de los Rendimientos Crecientes.

Nuestros razonamientos hasta este lugar nos llevan a la conclusión de que sería deseable no eliminar de entrada la presencia, en nuestra teoría, de tecnologías cuya zona de rendimientos crecientes no es pequeña relativa al tamaño del mercado. Por mor de la claridad supondremos de ahora en adelante con frecuencia que los rendimientos crecientes son de hecho ilimitados (como en las figuras 8 y 9).

El primer problema que se nos presenta es que, típicamente, nuestro modelo clásico no es aplicable. Como de costumbre los rendimientos crecientes ilimitados ilustran la situación de la forma más clara. Veamos la figura 8, reproducida en la 12. La única producción sostenible por algún sistema de precios como maximizadora de beneficios es la producción nula. En efecto, supongamos que el coste marginal constante es 1. Si el precio del *input* es menor que el precio del *output* entonces la producción óptima no tiene límite finito. Para cualquier producción positiva siempre sale a cuenta producir una unidad más. Supongamos ahora que el precio del *input* es igual o superior al del *output*. Entonces habrá que producir cero puesto que no habrá forma de cubrir los costes fijos de instalación. Resumiendo, un equilibrio general de la economía es incompatible con producción positiva de *output*. Si

FIGURA 12

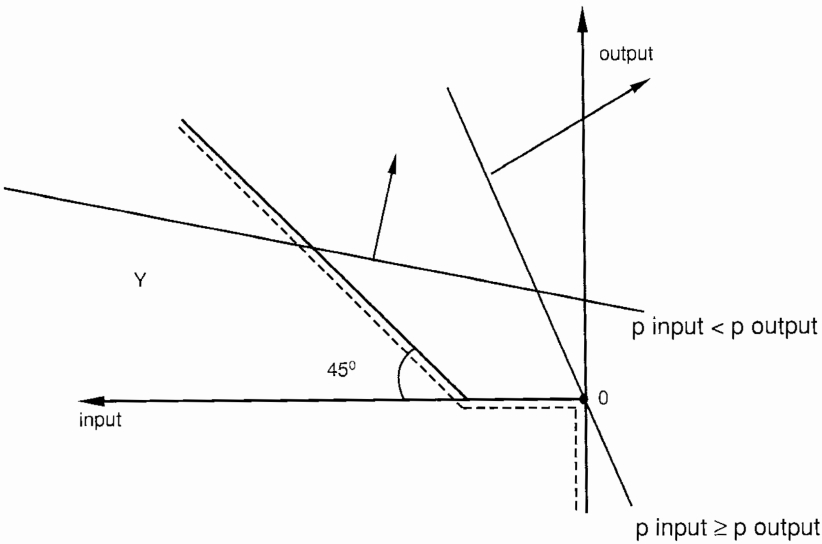
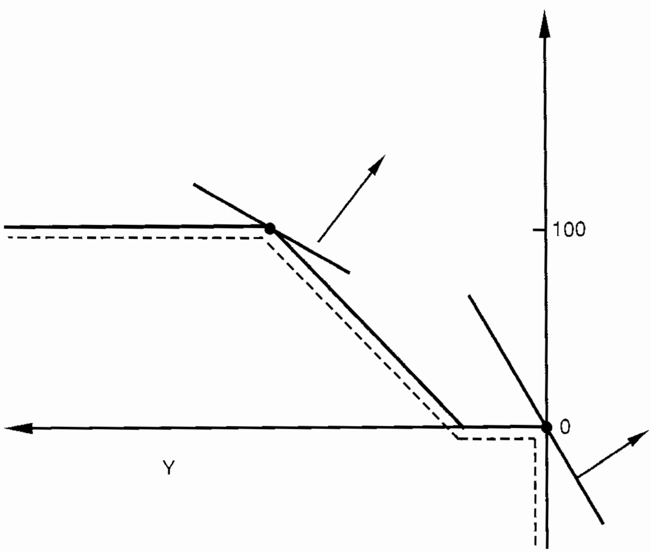


FIGURA 13



los rendimientos crecientes no son ilimitados la situación es menos extrema. Por ejemplo, en la figura 13, las producciones posibles son la producción cero y la de 100 unidades (ó 200, ó 300,...). Si esta discontinuidad no es pequeña relativa a la demanda no hay razón para pensar que podemos obtener aún aproximadamente una situación de equilibrio general donde los agentes económicos se comporten como en el modelo clásico. Nos encontramos sin una teoría positiva del equilibrio.

Ni tenemos tampoco una teoría normativa, y éste es nuestro segundo problema. Dicho de otra forma. Vimos anteriormente que los equilibrios del sistema clásico son siempre eficientes. Ello quiere decir, sin ser muy precisos, que si la eficiencia productiva es una propiedad deseada (y ¿cómo no lo va a ser?) tenemos al menos un sistema que si se dan las hipótesis generales de convexidad garantiza la obtención de la eficiencia. Evidentemente la eficiencia no lo es todo en la vida, la distribución de bienestar es tambien fundamental. Pero en la medida en que el óptimo general de una economía (sea cual sea nuestro criterio) sea tambien eficiente se podrá alcanzar como un equilibrio del sistema clásico suplementado por transferencias apropiadas de riqueza organizadas por la autoridad pública. Todo ello cesa de ser verdad en presencia de rendimientos crecientes.

El hecho de que el modelo clásico no funcione con rendimientos crecientes no es en si mismo una catástrofe. Puede muy bien ser que el sistema clásico no constituya una teoría positiva del equilibrio apropiada a los rendimientos crecientes. La razón es que el modelo clásico supone que los agentes económicos toman los precios como dados. Como ya dije ésto se justifica bien si las empresas son pequeñas, pero puede ser una hipótesis forzada cuando con rendimientos crecientes a escala nos movemos en un mundo de monopolios naturales (se dice que hay monopolio natural si la eficiencia productiva requiere la existencia de una sola empresa. Este es el caso, por ejemplo, si tenemos costes marginales fijos y costes positivos de instalación. Obviamente lo eficiente es incurir estos costes solo una vez).

Podemos formular ahora las dos preguntas que servirán de marco al resto de estas lecciones:

(I) ¿Qué teorías descriptivas, positivas, del equilibrio económico permiten la existencia de rendimientos crecientes?.

(II) ¿Qué criterios normativos son útiles para diseñar sistemas eficientes o para evaluar propuestas en economías con rendimientos crecientes?.

VI. Rendimientos crecientes externos.

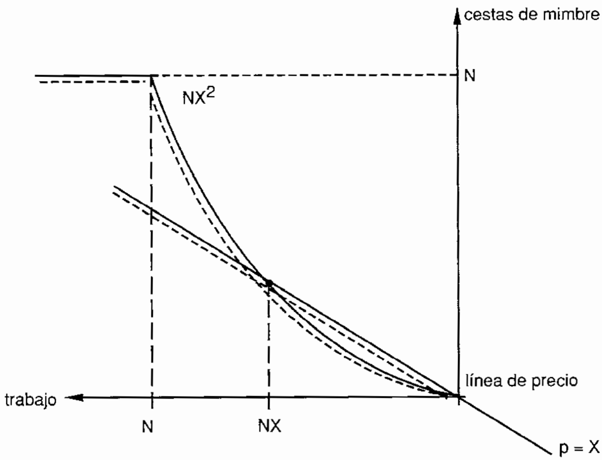
Hay un conjunto limitado pero importante de fenómenos donde los rendimientos crecientes pueden aún ser tratados en el contexto del modelo clásico. Se trata de las situaciones, ya mencionadas, que Marshall llamó de economías externas, el fallo típico de aditividad. Los procesos técnicos al nivel de la empresa son completamente convencionales. Lo que ocurre es que las productividades de los *inputs* dependen, positiva o negativamente, de las producciones de otras empresas. En el agregado puede haber rendimientos crecientes pero cada empresa contempla rendimientos constantes y por lo tanto a nivel de la empresa la maximización de beneficios a precios dados está bien definida.

Consideremos un ejemplo concreto. Hay un *input*, digamos trabajo, y un *output*, digamos cestas de mimbre. La cantidad de *input* (que, por claridad medimos como un número positivo) utilizado por la empresa i, se denota X_i. Cada empresa, de las que hay N, tiene una capacidad máxima de utilización de input igual a uno. Para cantidades $0 < X_i < 1$ la empresa produce output con una productividad constante igual a α_i.

Suponemos que todas las empresas tienen la misma productividad $\alpha_1 = \ldots = \alpha_N = \alpha$, pero que ésta depende positivamente de la la utilización media de input en la industria $X= (X_1+\ldots +X_N) /N$. Para tomar un caso simple, sea $\alpha = X$. Entonces la producción total de la industria es $X.X_1+\ldots+X.X_N= X (X_1+\ldots+X_N) = (X_1+\ldots+X_N)^2 /N$.

El conjunto de producción de la industria se representa en la figura 14.

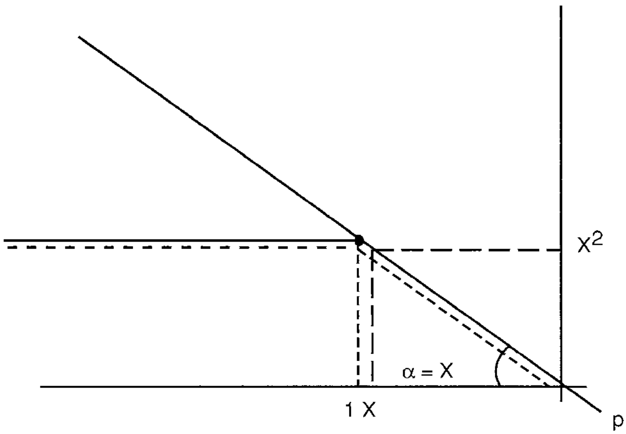
FIGURA 14



Sea $p < 1$ el precio del *output* en término de *input* y supongamos que cada empresa trata de maximizar beneficios. ¿Habrá un sistema de producciones en equilibrio?, la respuesta es que sí, al menos para el caso límite en que el número de empresas N es tan elevado que cada empresa puede justificadamente negligir la influencia de su utilización de *input* en su productividad, es decir de su uso de *input* en la media de uso. Si ello es así la productividad marginal de cada empresa será $\alpha = X$ y por lo tanto la maximización de beneficios requiere $p = X$. Resumiendo cada empresa utilizará una cantidad X de *input*. La utilización total será NX, la producción individual será $pX = X^2$ y la total $NX^2 = (X +\ldots+ X)^2/N$

Véanse las figuras 14 y 15. En la 15 se representa el problema individual que, como vemos, es completamente estándar.

FIGURA 15



El modelo que acabamos de describir es útil para situaciones con rendimientos crecientes donde éstos se originan en *inputs* difusos de naturaleza pública (por ejemplo, la educación), es decir, no fácilmente interiorizables. Para interacciones de naturaleza más limitada el modelo es artificial puesto que impone una restricción arbitraria en la estructura de mercados y empresas. Lo que es externo o interno no depende de la tecnología sino, repitiendo, de la organización de mercados y empresas. ¿Por qué hay que esperar que, en general, tengamos tanta suerte como para que todas las no convexidades sean externas a la empresa?. Con referencia a nuestro ejemplo, ¿por qué no se realizan los incentivos claros para la entrada de una empresa a gran escala, es decir con muchas plantas?.

Para terminar dos palabras sobre las propiedades de eficiencia de los equilibrios con externalidades. Para aquellos de Uds. que estén familiarizados con el concepto de optimalidad de Pareto, estará claro que si la situación dibujada en la figura 14 representa un equilibrio donde los precios corresponden a las relaciones marginales de sustitución en las preferencias de los consumidores, entonces el equilibrio no es óptimo de Pareto. Pero aquí nos estamos limitando a la eficiencia productiva como criterio de optimalidad y desde este punto de vista la figura 14 es eficiente. Para exhibir un fallo de eficiencia, que los hay, debemos complicar la tecnología ligeramente.

Supongamos, en efecto, que, además de la tecnología descrita, tenemos una segunda tecnología de rendimientos constantes que permite a cada empresa transformar cada unidad de trabajo en media unidad de *output*. No hay interferencia alguna en la utilización de *inputs* en esta segunda tecnología, ni el trabajo utilizado en ella reporta externalidad alguna a la primera tecnología (quizá la segunda tecnología no tiene virtudes cualificadoras sobre el trabajo, es una tecnología primitiva, por así decir). Supongamos que el precio del *output* en términos de input es $p = 1/2$ y que cada empresa utiliza una unidad de trabajo en la segunda tecnología y nada en la primera. La producción total es $N/2$ y cada empresa está maximizando beneficios puesto que la productividad del trabajo en la primera tecnología es prácticamente nula. Sin embargo la producción agregada no es eficiente puesto que si cada empresa utilizara la primera tecnología con la misma cantidad de trabajo la producción total pasaría a ser N (6).

VII. Rendimientos crecientes y competencia monopolística.

La competencia perfecta exige que las empresas maximicen beneficios tomando los precios como dados. A su vez la justificación más natural de esta hipótesis es que las empresas son pequeñas relativas al tamaño del mercado. Hemos visto cómo el tomar los precios como dados crea problemas cuando tenemos rendimientos crecientes y, también, que bajo los mismos las empresas tenderán a ser grandes. Parece como si los dos problemas se cancelaran mutuamente en el sentido de que si una empresa es grande tendrá influencia sobre los precios y éstos, por lo tanto, no deberán ser tomados como dados por las empresas. La influencia de la producción de la empresa sobre los precios ¿va en la dirección que tenderá a estabilizar en un valor finito la producción de la empresa?. A primera vista sí puesto que a medida que la empresa aumente su producción el precio del producto se depreciará. Tarde o temprano los posibles ingresos adicionales obtenidos por la venta de una unidad más no compensarán la pérdida de ingresos en todas las unidades intramarginales originadas por la baja de precio causada por esta venta adicional.

Parece pues que éste puede ser un camino prometedor. La teoría del equilibrio que admite la posibilidad de que las empresas tengan una influencia individual sobre los precios tiene un nombre: se llama teoría de la competencia monopolística. Fue creada en 1820 por A. Cournot y en los años veinte y treinta de este siglo por A. Young, P. Sraffa, J. Robinson y E. Chamberlin. En los últimos 15 años ha sido bastante formalizada y desarrollada. Un aspecto muy importante ha sido la conexión establecida con la teoría matemática de los juegos.

No puedo ahora pasar una revista general a la teoría (7). Además nuestro interés es en los rendimientos crecientes. Pero en estos temas no se debe ser vago, hay que ser preciso. Así pues lo que propongo es estudiar un ejemplo sencillo pero hacerlo con algún detalle y rigor.

Mi exposición deberá bastante al trabajo de los economistas franceses J. Fraysse y M. Moreau («Cournot equilibrium in large markets under increasing returns», *Economic Letters*, 1981).

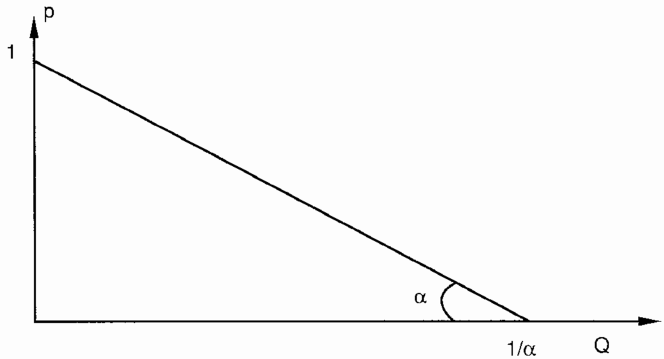
VIII. Competencia à la Cournot con libre entrada

Supondremos que tenemos un solo producto que se vende en un mercado perfectamente competitivo por el lado de la demanda. Bastará que del lado de la demanda solo conozcamos la función de demanda (inversa) que nos expresa el precio de mercado dada la cantidad disponible Q en el mismo. Por sencillez tomaremos que esa dependencia sea lineal:

$$p = 1 - \alpha Q$$

Graficamente:

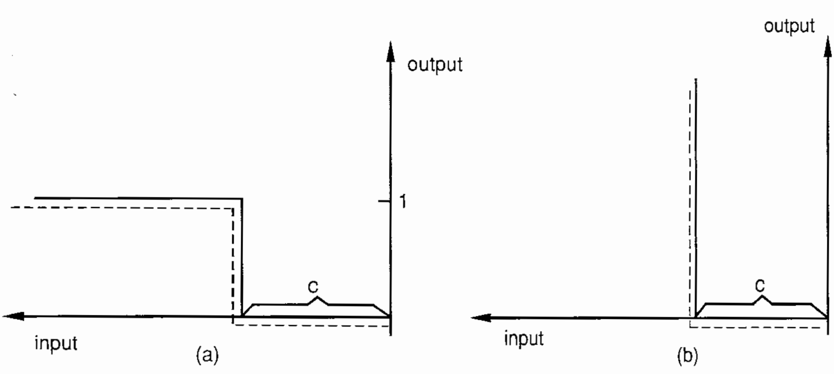
FIGURA 16



La cantidad máxima que el mercado puede absorber a un precio no negativo, es decir $1/\alpha$, es una medida natural del tamaño del mercado. Por ejemplo si tuvieramos una demanda inicial $1-\alpha Q$ que representa la demanda de un grupo de consumidores y procediéramos a doblar cada consumidor (por cada uno de antes hay ahora dos idénticos) entonces es como si doblaramos la función de demanda horizontalmente, es decir es como si reemplazaramos α por $\cancel{2}\alpha/2$. Y así sucesivamente si triplicamos, etc. Nótese que, como debe ser, a medida que disminuimos α la función de demanda es más horizontal, es decir deviene más competitiva.

Ahora describiremos el lado de la oferta. Todas las empresas son idénticas y hay libre entrada. Hay costes fijos de instalación por valor de c (tenemos por lo tanto rendimientos crecientes a escala) y, para simplificar, los costes marginales de producción son nulos. Estudiaremos dos modelos. En el *modelo limitado* cada empresa puede producir como máximo una unidad de producto. De hecho, y para simplificar, supondremos que la empresa produce o cero o una unidad. En el *modelo ilimitado* no hay límite de capacidad alguno. En el figura 17 a), b) se representan, respectivamente, las tecnologías de producción de los dos modelos.

FIGURA 17



(a) (b)

Descrito el entorno físico, ¿Cuál es ahora el concepto de equilibrio?. Cada empresa maximizará beneficios, sí, ¿pero con respecto a qué variable?.

Adoptaremos el postulado de Cournot y supondremos que las variables estratégicas de las empresas son las cantidades producidas (comentaremos este aspecto más adelante). Cada empresa intentará pues maximizar los beneficios cuando es consciente de la influencia de su oferta sobre el precio de mercado y, supuesto fundamental, toma las producciones de las otras empresas como dadas. En otras palabras en el equilibrio la producción q_i de la empresa i debe resolver el problema :

$$\text{Maximizar } \left[1 - \alpha \left(\sum_{j \neq i} \bar{q}_j + q_i \right) \right] q_i - c \text{ signo } q_i$$

Sujeto a $q_i \geq 0$ y, en el modelo limitado, $q_i \leq 1$.

Por convención, signo $q_i = 1$ ó $= 0$ según que $q_i > 0$ ó $= 0$

Intentaremos ahora resolver el problema de equilibrio. Al menos en sus aspectos cualitativos básicos.

Empezaremos por el modelo limitado.

Las empresas producen o cero o una unidad (porque así lo hemos dispuesto). El problema se reduce por tanto a encontrar un número N^* de empresas activas que esté en equilibrio. Claramente, N^* estará en equilibrio si y solo si $1 - \alpha (N^* + 1) \leq c \leq 1 - \alpha N^*$.

Estas dos inecuaciones siempre tienen una solución y por lo tanto el equilibrio existe.

Si $\frac{1}{\alpha}$ no es excesivamente pequeño esto significa que $$1 - \alpha N^* \approx c$$

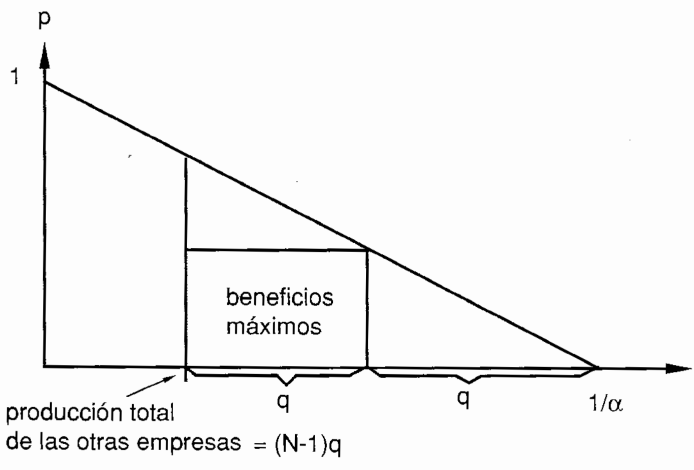
o $$N^* \approx \frac{1-c}{\alpha}$$

El sentido común está de acuerdo con esta conclusión. Si c aumenta N^* disminuye. Si $\frac{1}{\alpha}$ aumenta N^* también aumenta.

Resolver el modelo ilimitado es un poco más difícil.

Supongamos que estamos en un equilibrio con N empresas activas, cada una produciendo una cantidad q. Puesto que estamos en un equilibrio la cantidad q maximiza los beneficios de una empresa cualquiera dado que las restantes producen la cantidad (N - 1) q. Esto implica que $q = (1/\alpha - (N-1)\,q)/2$ = la mitad del mercado que queda por cubrir. Este es un simple ejercicio sobre triángulos para el que nos referimos a la figura 18.

FIGURA 18



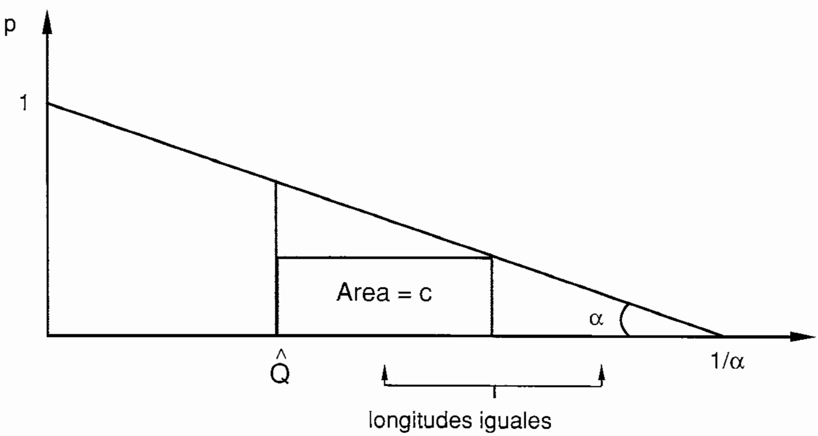
Por lo tanto tenemos

$$q = \frac{1}{N+1} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

para una producción total $$Q = \frac{N}{N+1} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

Obviamente N todavía está por determinar. Ahí es donde los costes fijos c van a jugar su papel. Denotemos por $\hat{Q}$ el punto crítico (es decir, el mínimo) de producción total tal que si las restantes empresas, colectivamente, producen al menos $\hat{Q}$ entonces no le reportará beneficios a una empresa producir una cantidad positiva. La computación de $\hat{Q}$ se ilustra en la figura 19.

FIGURA 19



Asi pues una condición necesaria para que N sea el número de empresas en equilibrio es que

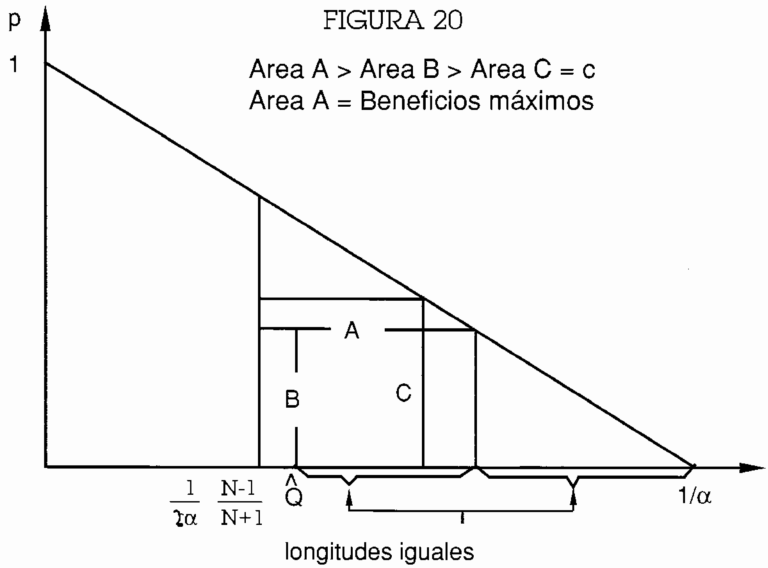
$$\frac{N}{N+1} \cdot \frac{1}{\alpha} \geq \hat{Q}$$

Si además tenemos que

$$\frac{N-1}{N+1} \cdot \frac{1}{\alpha} \leq \hat{Q}$$

entonces estaremos en equilibrio puesto que la producción de cada empresa garantizará beneficios positivos. Véase la figura 20.

FIGURA 20



Así pues el equilibrio N lo encontraremos resolviendo las inecuaciones

$$\frac{N-1}{N+1}\,\frac{1}{\alpha} \leq \hat{Q} \leq \frac{N}{N+1}\,\frac{1}{\alpha}$$

Estas inecuaciones tienen una solución y por lo tanto el equilibrio existe. Tendremos:

$$N \approx \frac{\alpha\hat{Q}}{1-\alpha\hat{Q}}$$

$$q \approx \frac{\hat{Q}}{N} \approx \frac{1-\alpha\hat{Q}}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} - \hat{Q}$$

Para tener una idea más precisa conviene estimar $\hat{Q}$. En la figura 19 vemos que

$$\alpha\left(\frac{1}{\alpha} - \hat{Q}\right)^2 = 4c$$

$$\text{ó}\quad \frac{1}{\alpha} - \hat{Q} = 2\sqrt{\frac{c}{\alpha}}$$

$$\text{ó}\quad \hat{Q} = -2\sqrt{\frac{c}{\alpha}} + \frac{1}{\alpha}$$

$$\text{ó}\quad \alpha\hat{Q} = 1 - 2\sqrt{\alpha c}$$

Así pues:

$$N \approx \frac{1 - 2\sqrt{\alpha c}}{2\sqrt{\alpha c}} = \sqrt{\frac{1}{4\alpha c}} - 1 \approx \sqrt{\frac{1}{4\alpha c}}$$

y

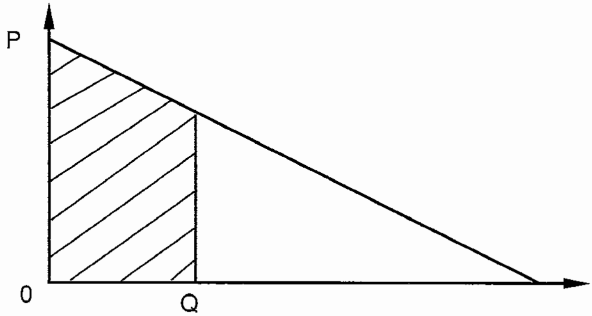
$$q \approx \frac{1}{\alpha} - \hat{Q} = 2\sqrt{\frac{c}{\alpha}}$$

Vemos por lo tanto cómo el número de empresas activas es del orden de la raiz cuadrada del tamaño del mercado, cada empresa produciendo también una cantidad del orden de la raiz cuadrada. La dependencia de c de las variables N y q también va en la dirección esperada. Cuanto mayor sea c menos empresas activas habrá y más producirá cada una.

IX. Análisis de eficiencia

Los equilibrios del modelo estudiado en la sección VIII no tienen las mismas propiedades de optimalidad que las del modelo competitivo clásico. Será conveniente ahora, considerar también el lado de la demanda cuando hablemos de optimalidad. Afortunadamente hay un recurso sencillo del que nos podemos aprovechar en esta situación de análisis parcial. Se trata del excedente del consumidor. Según el mismo, el beneficio, en pesetas, que los consumidores derivan de una producción total Q se mide por el área bajo la función de demanda de 0 a Q. Véase la figura 21.

FIGURA 21



Un estado de la economía es un óptimo si maximiza el excedente total, es decir la diferencia entre el excedente del consumidor y el coste total de producción. ¿Cómo medir la eficiencia de un equilibrio? Una medida evidente es la Pérdida de Bienestar:

Pérdida de Bienestar = Excedente total máximo - Excedente total realizado en el equilibrio

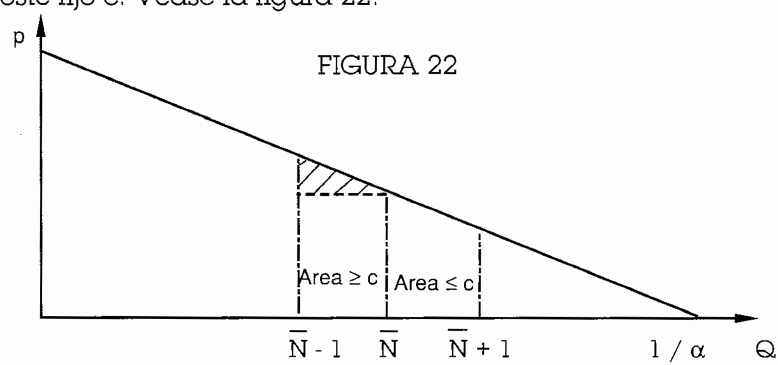
Puesto que el tamaño absoluto del mercado es un tanto irrelevante nos concentraremos en la medida relativa

PRB = Pérdida relativa de Bienestar =

$$\frac{\text{Pérdida de Bienestar}}{\text{Tamaño del mercado}} = \frac{\text{Pérdida de Bienestar}}{1/\alpha}$$

Analizaremos primeramente el modelo limitado. Sea N^* el número de empresas en el equilibrio y $\overline{N}$ el número óptimo. Obviamente $\overline{N}$ se calcula como sigue: es la última N tal que el área bajo la función de demanda entre N-1 y N es mayor o igual que el coste fijo c. Véase la figura 22.

FIGURA 22



Está claro en la figura que el precio a $\overline{N}$-1 debe ser mayor o igual que c y por lo tanto $N^* \geq \overline{N}$-1 (Similarmente se comprueba que $N^* \leq \overline{N}$). Pudiera ocurrir que $N^* = \overline{N}$-1. Una empresa adicional debería entrar pero no lo hace porque no puede apropiarse de una cantidad suficiente de excedente del consumidor para cubrir los costes. Si $N^* = \overline{N}$-1 tendremos una pérdida de bienestar cuyo valor viene acotado por el área sombreada de la figura 21 (en efecto, $N^* = \overline{N}$-1 implica que el precio en la producción $\overline{N}$ no es mayor que c, por lo tanto el área del rectángulo debajo del área sombreada es inferior al coste fijo c). El área sombreada tiene valor $\frac{\alpha}{2}$. Por lo tanto la PRB_1 está acotada por $\frac{\alpha / 2}{1 / \alpha} = \frac{\alpha^2}{2}$. Si el mercado es grande (α pequeño) esta cantidad va a cero muy rápidamente con α. En otras palabras: un mercado limitado con libre entrada se hace eficiente muy rápidamente cuando la elasticidad de la demanda se va a cero. En un cierto sentido este es un resultado que deberíamos esperar. La capacidad de la empresa es una unidad. Si el mercado es extenso una unidad es una cantidad relativamente negligible. Las condiciones de convexidad se cumplen aproximadamente y además está justificado que, relativo a su escala máxima, la empresa tome los precios como aproximadamente dados. Nos encontramos en un mundo casi perfectamente competitivo.

No podemos tener la misma intuición con respecto al modelo ilimitado. Analicémoslo. Es bien fácil computar el óptimo. Computemos el excedente del consumidor máximo, es decir el área bajo la función de demanda entre 0 y $1/\alpha$. Esta cantidad sera $1/2\,\alpha$. Por lo tanto si $c > \frac{1}{2\,\alpha}$ ninguna empresa deberá producir, mientras que si $c \leq \frac{1}{2\,\alpha}$ una sola empresa deberá producir la cantida $1/\alpha$. Supongamos que nos encontramos en el segundo caso. Ya hemos visto que el número de empresas en el equilibrio será del orden de $\sqrt{\dfrac{1}{4\,\alpha\, c}}$. Si el mercado es de tamaño extenso (α pequeño) el número de empresas será considerable y el coste incurrido por todas ellas menos una es completamente superfluo. Por tanto la pérdida de bienestar será cuando menos del orden de $\sqrt{\dfrac{1}{4\,\alpha\, c}}$

$c = \sqrt{\dfrac{c}{4\,\alpha}}$ y la pérdida relativa PRB_i será cuando menos del orden $\dfrac{\sqrt{\dfrac{c}{4\,\alpha}}}{1/\alpha} = \dfrac{1}{2}\sqrt{c\,\alpha}$.

No es difícil verificar que, en orden de magnitud, no estamos peor, es decir

$$PRB_i \approx \sqrt{c\,\alpha}$$

Es interesante comparar:

$$PRB_l \approx \alpha^2$$

$$PRB_i \approx \sqrt{c\,\alpha}$$

Vemos cómo, efectivamente, el modelo ilimitado es mucho menos competitivo. En términos de α tenemos

$$PRB_l \approx \alpha^2$$

$$PRB_i \approx \sqrt{\alpha}$$

Los rendimientos crecientes ilimitados pesan sobre la eficiencia relativa del equilibrio. Cuando $\alpha \rightarrow 0$ PRB_I va a cero cuatro veces más deprisa que PRB_i. Lo que quizá no es tan intuitivo es que, a pesar de todo, PRBi se va a cero con α. Si la elasticidad de la demanda es casi infinita el equilibrio existe y es prácticamente eficiente aún con rendimientos crecientes ilimitados. Hay aquí una pequeña sorpresa. Si la elasticidad de demanda fuera infinita nos encontraríamos en el modelo clásico. Los precios deben tomarse como dados porque de hecho están dados. Ya hemos visto que en el modelo clásico no existiría el equilibrio con rendimientos crecientes ilimitados.

Debo hacer una aclaración o advertencia. La comparación anterior entre PRB_I y PRB_i debe entenderse correctamente. Estamos comparando, por así decirlo, los grados de eficiencia interna de dos economías distintas. No estamos comparando el nivel absoluto alcanzado en cada economía. Está bastante claro que la economía con rendimientos crecientes ilimitados es más productiva que la que los tiene limitados y de hecho su equilibrio alcanza un nivel de bienestar mayor. Lo que estamos afirmando es que la pérdida relativa al máximo alcanzable es mayor en la economía productiva.

Mientras que para ser precisos hemos estudiado un ejemplo concreto, las conclusiones cualitativas de la discusión anterior tienen generalidad considerable.

Quisiera extenderme unos minutos en un pequeño excurso. Un objeto usual de la teoría de la competencia monopolística, ya desde Chamberlin, es la determinación de si la misma promueve demasiada o demasiado poca diversidad de productos. En nuestro caso los productos de las empresas son totalmente sustitutivos y por lo tanto la cuestión se reduce a si hay demasiadas o demasiado pocas empresas. Demasiadas ¿respecto a qué? Al óptimo evidentemente. Nuestro ejemplo es suficiente para que concluyamos que el sesgo es ambiguo. Si, con rendimientos ilimitados, tenemos $\frac{1}{4\alpha} < c < \frac{1}{2\alpha}$ entonces debería existir una empresa (puesto que $c < \frac{1}{2\alpha}$) pero no existirá ninguna (los beneficios máximos de monopolio son $1/4\alpha$). El mercado genera demasiado pocas empresas. Por el contrario si c decrece relativamente a $\frac{1}{4\alpha}$ el número de empresas empezará a proliferar en el equilibrio (recordemos que el número de empresas es del orden de $\sqrt{\frac{1}{4\alpha c}}$) pero en el óptimo no deberíamos tener más de una. El sesgo es ahora en la dirección opuesta: demasiadas empresas. Esta conclusión ambigua es bastante general aún si los productos de las distintas empresas están diferenciados (con tal que no lo estén demasiado, es decir que no lleguen a ser complementarios). El ejemplo ilustra bien las dos tendencias contrapuestas. De un lado las empresas no pueden apropiarse de todos los beneficios sociales que crean (es decir de todo el excedente del consumidor). Esto incide negativamente (relativamente al óptimo) sobre los incentivos a la entrada. Por otro lado cuando una empresa realiza el cómputo de coste y beneficios para decidir su entrada neglige el impacto negativo de su entrada sobre las empresas ya existentes. Esto incide positivamente (relativamente al óptimo) sobre los incentivos a la entrada.

Es hora de resumir lo que hemos aprendido en esta discusión:

(a) Que la competencia monopolística, una teoría natural en el contexto que nos ocupa, es capaz de generar equilibrios bien determinados en contextos difíciles para el modelo clásico. Debemos reconocer sin embargo que nuestro ejemplo es muy particular y que la generalización de estos resultados de existencia no es trivial. A pesar de resultados importantes de muchos investigadores (entre ellos J. Silvestre (8)), no tenemos disponible, ni de lejos, una teoría que en aspectos distintos a los rendimientos crecientes sea tan general como la contenida en la *Teoría del Valor* de G. Debreu. La triste realidad es que los rendimientos crecientes configuran un mundo inherentemente difícil para cualquier teoría. No tanto para la competencia monopolística como para el modelo clásico pero también para ella (9).

(b) Los equilibrios monopolísticos (al menos los del tipo de Cournot) no son eficientes. Por ese lado pues no hemos progresado todavía. Tenemos una teoría del equilibrio que hasta cierto punto funciona pero no nos garantiza el óptimo (mejor: nos garantiza que no alcanzamos el óptimo).

(c) Si el mercado es grande los equilibrios monopolísticos son aproximadamente eficientes. Ello es así aun si los rendimientos crecientes son ilimitados y por lo tanto las empresas no son a priori pequeñas relativas al tamaño del mercado (aunque lo son a posteriori). Lo que cuenta en definitiva no es que la escala mínima eficiente de la empresa sea infinita sino que la elasticidad de la demanda sea casi infinita. También hemos visto sin embargo cómo utilizando criterios más refinados podemos distinguir los grados de eficiencia del sistema en función de la escala de eficiencia mínima de las empresas. Si esta es finita el sistema está definitivamente relativamente más cerca del óptimo.

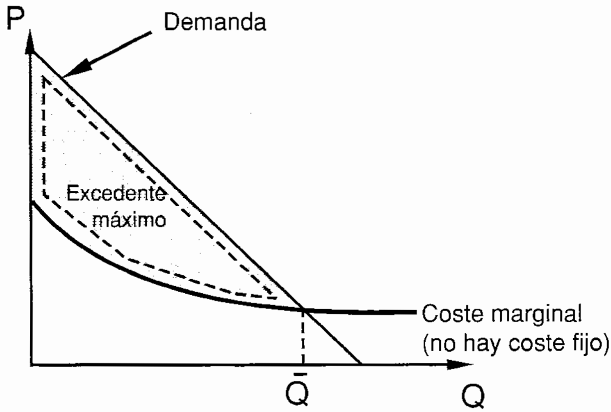
X. Tarificación al coste marginal

Cambiamos ahora nuestro punto de vista y pasamos de la descripción de modelos de intención positiva a una exposición de algunos principios normativos para la asignación eficiente de recursos en economías con rendimientos crecientes.

Para concentramos en lo esencial consideramos el caso donde la eficiencia productiva requiere, en un sector dado, la existencia de una sola empresa. Es el caso del monopolio natural. Evidentemente, si se desea que el nivel de producción sea eficiente el monopolio deberá ser regulado de alguna forma. Pero ¿de qué forma?.

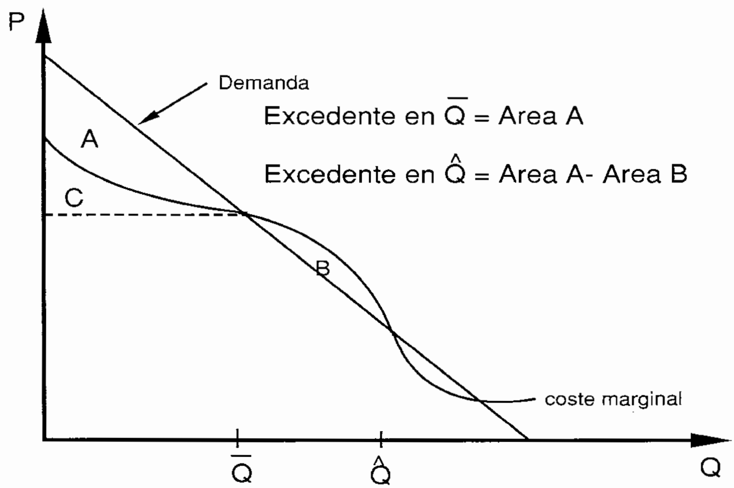
Es bien sabido (podemos encontrar este resultado en cualquier libro de microeconomía) que la eficiencia requiere que la cantidad producida sea tal que el precio de mercado iguale el coste marginal. La razón es simplemente que el precio mide la ganancia del consumidor por la última unidad producida y por lo tanto a menos que ganancia y coste sean idénticos el excedente total podría aumentarse a base de aumentar ó disminuir por una unidad la producción total. Véase la figura 23.

FIGURA 23



Es importante subrayar que la regla de igualdad entre el coste marginal y el precio es una regla necesaria pero no suficiente para la optimalidad general del sistema. Por ejemplo, en la figura 24 la producción $\hat{Q}$ genera menos excedente que la $\overline{Q}$.

FIGURA 24

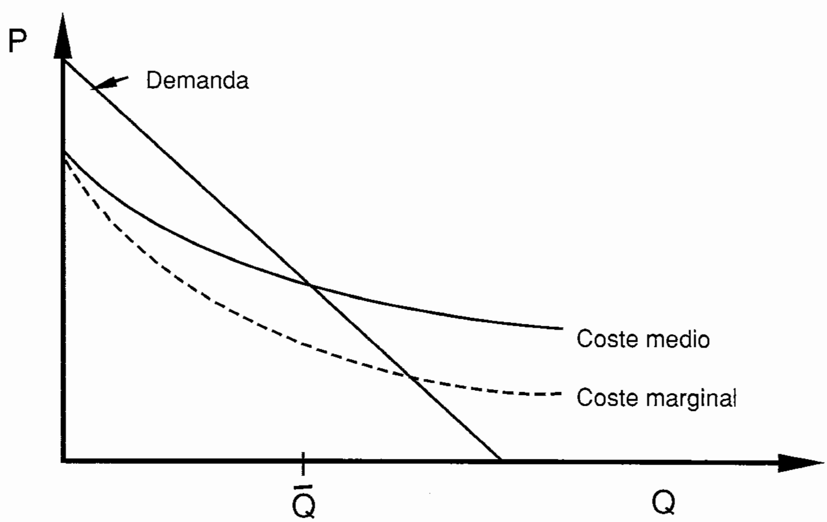


Una característica esencial de la regla de tarificación al coste marginal es la siguiente: si los costes marginales son decrecientes (como tipicamente será el caso de rendimientos crecientes) la empresa necesariamente incurrirá en pérdidas (medidas por el área de la región C en la figura 24). Estas deben cubrirse de alguna forma y, directa o indirectamente, no hay otra forma que los recursos generados por el sistema impositivo general. Este aspecto de la regla levanta grandes dificultades, teóricas y prácticas, a su implantación. En primer lugar la sugerencia de pérdidas no va a ser bien recibida por las autoridades políticas, en parte por razones sabidas de desconfianza hacia los efectos que sobre los incentivos empresariales puedan tener la admisibilidad de pérdidas, en parte por razones macroeconómicas de control del Presupuesto y, en parte, sin duda, por superficiales razones de imagen. En segundo lugar una vez fijadas las reglas de financiación de pérdidas no está en absoluto garantizado que la regla de tarificación al coste marginal seleccione como equilibrios estados eficientes de la economía (recuérdese que la regla es una propiedad necesaria pero no suficiente) (10). En tercer lugar la financiación a través de impuestos es necesariamente distorsionadora (véase cualquier introducción a los principios de la Hacienda Pública), así que los incrementos de eficiencia que se obtienen por una tarificación correcta del output son en parte contrarrestados por los decrementos generados por la necesidad de financiar las pérdidas.

XI. El monopolio regulado.

La situación más corriente, y digna de estudio en si misma, es que la regulación del monopolio natural se limite a imponer una restricción de beneficios nulos (por supuesto, aquí hay que entender los beneficios como beneficios extraordinarios). En otras palabras, la regla de tarificación es que el precio sea igual al coste medio. Véase la figura 25.

FIGURA 25



Si, como en los ejemplos hasta ahora discutidos, el monopolio produce un solo *output* poco más podemos añadir. En general, la condición de beneficios nulos determinará completamente el precio y el nivel de producción. Mucho mayor interés tiene el caso donde nos encontramos con un monopolio natural multiproducto. Por ejemplo, con una compañía aerea (cada ruta debe considerarse un producto distinto). Debemos entonces fijar un precio para cada producto mientras que la condición de beneficio nulo no nos proporciona mas que una sola restricción. En otras palabras: hay muchas combinaciones de precios compatibles con los beneficios nulos (cuando la tecnología es tal que los costes atribuibles a cada producto están bien definidos esta multiplicidad puede interpretarse frecuentemente como subsidiciación cruzada: los beneficios originados en algunos productos –determinadas rutas, por ejemplo,– compensan las pérdidas en otras). Se plantea el problema de qué criterios teóricos debieran guiar la selección de precios. Obviamente éstos dependerán de los objetivos perseguidos. Concluiremos estas lecciones con una breve discusión de tres lineas de aproximación al problema. Las tres cuentan con alguna tradición en la literatura especializada.

A. Economía del Bienestar: optimización condicionada

Nada nos impide tratar de fijar los precios de tal forma que, sujetos a la restricción de beneficios nulos, el excedente total sea máximo. Esta es la propuesta de Boiteaux y, con anterioridad, de Ramsey en un contexto impositivo (¿cómo estructurar el sistema de impuestos para financiar una cantidad dada de gasto público?) (11).

Supongamos, para simplificar, que el monopolio produce solamente dos *outputs* (y que los costes marginales son constantes). Un simple ejercicio de optimización matemática nos ofrece como solución a nuestro problema la siguiente regla: los precios deben fijarse de tal forma que la razón de las desviaciones respecto al coste marginal sean iguales a la razón inversa de las elasticidades de demanda.

De forma más intuitiva esta regla nos dice que hay que cargar la financiación relativamente más sobre aquellos productos cuya demanda sea relativamente inflexible. Hay aquí un paralelismo completo con la teoría de los principios óptimos de imposición indirecta: a rendimientos semejantes un impuesto es tanto menos distorsionador cuanto menor sea la elasticidad de demanda (o de oferta si se trata de un factor de producción). En el caso límite de un bien de demanda rígida (o de oferta rígida –el stock de capital en un momento dado por ejemplo–) un impuesto que recaiga sobre el mismo no causa distorsión alguna.

Hay que subrayar que estas reglas conciernen solo a la maximización del excedente total y no a su distribución. El impacto distributivo de la regla de Boiteaux-Ramsey puede ir en cualquier dirección. Una consideración esencial es la naturaleza concreta de los productos en consideración. La misma determinará en gran medida la situación relativa de bienestar de aquellos consumidores de demanda relativamente más rígida.

B. Sostenibilidad competitiva.

Si el monopolio natural que estamos estudiando no es también un monopolio legal se plantea otra posibilidad: que el monopolio sea susceptible a ataques desde el exterior, es decir que un entrante pueda apoderarse de algunos de los mercados servidos por el monopolio. Debemos ser más precisos en lo que se refiere al concepto de entrada ventajosa. Cuando un entrante potencial estudia la viabilidad de la entrada ¿qué toma como dado en el comportamiento del incumbente? (¿el precio?, ¿la cantidad?). Adoptemos una hipótesis un tanto extrema (llamada de Bertrand-Edgeworth), a saber que la competencia es por vía de precios: la entrada se producirá si el entrante puede ofrecer algunos de los productos (por ejemplo, alguna de las rutas aéreas) a un precio inferior al del incumbente y aun así realizar beneficios.

Un sistema de precios del monopolio natural se dice sostenible si genera beneficios nulos e inmuniza al monopolio contra la entrada.

Los objetivos de optimización condicionada y de sostenibilidad pueden estar fácilmente en conflicto. Esto se ilustra en el siguiente ejemplo.

Ejemplo 1: Supongamos que el monopolio ofrece dos productos. Para simplificar supondremos además que de cada producto se pueden producir o ninguna o tan solo una unidad indivisible. La función de costes nos viene dada por $C(0, 0)= 0$, $C(1, 0)=5$, $C(0, 1)=8$, $C(1, 1)=10$. Para funciones de demanda apropiadas nos podríamos encontrar con que las producciones (1, 1) y los precios $p=(6, 4)$ sean una solución al ejercicio de optimización condicionada. Pero esta situación no es sostenible porque un entrante podría ofrecer una unidad del primer *output* al precio 5.5 que, con coste 5, genera beneficios positivos. La entrada por tanto se producirá. Los precios sostenibles deben cumplir $p_1 + p_2 = 10$, $p_1 \leq 5$, $p_2 \leq 8$.

El ejemplo anterior deja claro que condiciones de sostenibilidad pueden hacer muy difícil la subsidiciación cruzada, aun si ésta es recomendable desde el punto de vista del bienestar general. Pero la situación puede llegar a ser mucho peor. La subsidiciación cruzada puede ser no ya recomendable sino necesaria para garantizar beneficios no negativos. Si ello es así la consecuencia puede muy bien ser que no exista ningún sistema de precios sostenible. Ese es el caso en el próximo ejemplo.

Ejemplo 2: Tenemos ahora tres productos de los que, como en el ejemplo 1, solo se producirá, a lo más, una unidad indivisible. La función de costes viene dada por

$C(0, 0, 0)=0$, $C(1, 0, 0)=C(0, 1, 0)= C(0, 0, 1)= 5$,

$C(1, 1, 0)= C(0, 1, 1)= C(1, 0, 1)= 6$, $C(1, 1, 1)= 10$. Ningún sistema de precios es sostenible. En efecto, supongamos que p_1, p_2, p_3 lo fuera. Entonces $p_1+p_2+p_3= 10$ y $p_1+p_2 \leq 6$. Por lo tanto $p_3 \geq 4$. Por otro lado $p_3 \leq 5$, es decir $p_1+p_2 \geq 5$. Pero $p_3 \geq 4$, $p_1+p_3 \leq 6$ y $p_2 + p_3 \leq 6$ implican $p_1+p_2 \leq 4$. Esta contradicción prueba que p_1, p_2, p_3 no es sostenible.

Es fácil transformar ejemplos como el anterior en argumentos a favor del monopolio legal. En efecto, la eficiencia requiere la existencia de una sola empresa (monopolio natural) pero si la libre entrada es posible la empresa no es viable. Una anécdota interesante, e ilustrativa de las ambiguas relaciones entre el economista y su patrón, es que la teoría de la sostenibilidad competitiva fue desarrollada a mitad de los años setenta por un grupo de distinguidos economistas agrupados en el seno del Departamento de economía de los Bell Laboratories.

Estos eran (y son) parte de la A.T.T. que precisamente en aquel período trataba de impedir que los jueces la encontraran en violación de las leyes antimonopolio y que, en consecuencia, decretaran su fraccionamiento. Así acabó sucediendo y la teoría de la sostenibilidad competitiva no fue al final ninguna ayuda especial para la A.T.T. Pero si fue, en cambio, una contribución importante al acerbo teórico de la economía (12).

C. Teoría de juegos: la valoración de Shapley.

Esta tercera aproximación al problema se basa en una idea procedente de la teoría matemática de los juegos: la valoración de Shapley. No podemos aquí entrar en detalle en este tema.

Baste decir que la asignación de precios por la vía de Shapley trata de formular un resultado razonable teniendo en cuenta la estructura de costes del problema. La valoración de Shapley no utiliza, sin embargo, ninguna información ni sobre la demanda (como en A) ni sobre posibilidades alternativas de oferta (como en B). Será por tanto relativamente más apropiada para la resolución de problemas de asignación de costes y precios en que demanda u oferta alternativas no tengan un papel dominante. Para concluir presentamos la solución de este apartado para los dos ejemplos del apartado anterior.

Ejemplo 1 (continuación): Los precios de Shapley son: $p_1 = 3.5$, $p_2 = 6.5$. Estos precios se justificarían, à la Shapley, como sigue. Producir una unidad solamente del primer producto costaría 5 y del segundo 8. Estos deberían ser los precios si se produjese por separado. Ahora bien si se produce conjuntamente el coste total es 10. El ahorro es igual a 3. ¿Cómo se revierte este ahorro en los precios?. Puesto que no hay ninguna razón especial para atribuir este ahorro a un producto más que al otro lo lógico es dividirlo en partes iguales. Por tanto los precios finales serán $p_1 = 5 - 1.5 = 3.5$, $p_2 = 8 - 1.5 = 6.5$.

Ejemplo 2 (continuación): La función de costes de este ejemplo es completamente simétrica en los tres productos. En este caso la valoración de Shapley trata los precios tambien simétricamente, es decir $p_1 = p_2 = p_3 = 10/3$. (13).

Notas

1. Lausanne: Corbaz.

2. Traducción castellana en Antoni Bosch, Editor, Barcelona, 1974.

3. Hay edición castellana.

4. Véase: T. Koopmans: «Three essays on the state of economic science» McGraw-Hill, 1957.

5. La entrada «non-convexity» escrita por el autor de estas lecciones en *The New Palgrave, A Dictionary of Economics* (editado por J. Eatwell, M. Milgate y P. Newman, MacMillan: 1987) contiene algunos detalles más sobre el tema de los últimos tres apartados.

6. Véase P. Romer: «Increasing returns and long-run growth», *Journal of Political Economy* (1986) para un interesante tratamiento de rendimientos crecientes debidos a externalidades en un contexto dinámico.

7. Véase para una revista panorámica: O. Hart: «Imperfect equilibrium in general equilibrium: an overview of recent work» en *Frontiers of Economics* (editores: K. Arrow y S. Honkapohja), Blackwell, 1985.

8. «Increasing returns in general non competitive analysis», *Econometrica* 46

9. Para un tratamiento a fondo de otras teorías véase el número monográfico dedicado a rendimientos crecientes del *Journal of Mathematical Economics* (y presentado por B. Cornet).

10. Véase P. Beato y A. Mas-Colell: «On marginal cost pricing with given tax-subsidy rules» *Journal of Economic Theory* (1985).

11. Véase R. Guesnerie: *Modeles de l'économie publique*, Paris: Editions du CNRS (1981).

12. Sobre temas relacionados con los de este apartado véase: W. Baumol, J. Panzar and R. Willig: *Contestable Markets and Theory of Industrial Structure*. San Diego: Harcourt, Brace, Jovanovich.

13. Para el tema de este apartado véase: H.P. Young (1985): «Methods and principles of Cost Allocation», en *Cost Allocation: Methods, Principles and Applications* (editado por H. P. Young), 1985, North-Holland. A. Bosch y C. Escribano han realizado una interesante aplicación de la valoración de Shapley a la distribución de costes conjuntos de la red eléctrica española; véase: C. Escribano y A. Bosch: «Allocating Common Costs: An Application to the Electricity Network in Spain», *Papeles de trabajo*, nº 0387, Instituto Universitario Ortega y Gasset, octubre 1987.