Universidad de Salamanca

Facultad de Economía y Empresa

Grado en Economía

Curso 2019/2020

SOBRE DISPERSIÓN DE PRECIOS

Realizado por el estudiante: Andrés Valentín Merino Cubillo

Tutelado por la Profesora: Emma Moreno García

Salamanca, seis de julio de dos mil veinte

Universidad de Salamanca

Facultad de Economía y Empresa

Grado en Economía

Curso 2019/2020

SOBRE DISPERSIÓN DE PRECIOS

Realizado por el estudiante: Andrés Valentín Merino Cubillo

Tutelado por la Profesora: Emma Moreno García

Salamanca, seis de julio de dos mil veinte

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

RESUMEN

Este trabajo de fin de grado presenta y compara dos referentes en la modelización de la dispersión de precios: el modelo de ventas de Varian (1980) y el de gangas y estafas de Salop y Stiglitz (1977). Se extiende el modelo de ventas para analizar el efecto que los costes puedan tener en la dispersión de precios. Haciendo uso del software Mathematica, se ha obtenido una familia de equilibrios simétricos para diferentes escenarios, que incluyen la resolución del planteamiento con costes marginales no nulos. Por último, se propone una generalización donde la publicidad forma parte del comportamiento estratégico, siendo una decisión endógena de las tiendas.

1. INTRODUCCIÓN

La dispersión de precios sucede cuando en un mercado distintos vendedores ofrecen el mismo bien a precios diferentes. Las observaciones empíricas muestran consistentemente que la dispersión de precios es común y persiste en el tiempo. Este fenómeno económico es incompatible con los supuestos de competencia perfecta, de homogeneidad de consumidores y oferentes e información completa, y contradice la ley de precio único, por lo que constituye un tema de gran interés para el análisis microeconómico.

Múltiples razones han sido propuestas para explicar las observaciones de dispersión de precios. Entre otras, se encuentran las diferencias entre consumidores al valorar las características de un bien, heterogeneidad en los productos o la presencia de publicidad. La explicación sobre la que se centra este trabajo se basa en que la dispersión de precios es fruto de la información imperfecta a la que acceden los potenciales compradores. Es decir, no todos los consumidores compran en la tienda que vende más barato, debido simplemente a que desconocen la distribución completa de los precios que se practica y dicha información no se consigue de manera gratuita y sin costes añadidos. De hecho, el coste de informarse y las asimétrías de información que tengan los demandantes de un bien otorga a los establecimientos que lo oferten cierto poder de mercado.

En esta línea, destacan dos modelos clásicos de dispersión de precios explicada en base a la presencia información asimétrica entre consumidores. Por orden cronológico, el primero es "Bargains and ripoffs: A model of monopolistically competitive price dispersion", por Steven Salop y Joseph Stiglitz, publicado en 1977 en The Review of Economic Studies, y el segundo es "A model of sales", por Hal Varian, publicado en 1980 en la revista The American Economic Review. Estos modelos han generado muchos trabajos posteriores y son referentes en el campo de la dispersión de precios. Por ello, centran la atención de este trabajo de fin de grado.

En la sección segunda, se propone un análisis detallado de estos dos modelos. Las diferencias en los planteamientos, puestas en comparación, arrojan luz sobre sus respectivas implicaciones y argumentos, que conducen a consecuencias distintas en la distribución de precios, la naturaleza del equilibrio y las externalidades. En la tercera sección, se analiza el efecto que tienen variaciones de costes en el equilibrio del modelo de ventas, que no se explora en el artículo original, incluyendo la resolución para costes marginales no nulos. Para ello, recurrimos al análisis gráfico utilizando el software Mathematica.[1] Se precisa la intuición de que un aumento en los costes provoca una limitación sobre cuanto pueden bajar el precio las empresas para atraer clientes informados y reduce el número de tiendas en el mercado. Intervalos de precios se practican con probabilidad positiva y el grado de dispersión de precios alcanza un máximo para determinados costes. La cuarta sección propone una posible generalización del modelo de ventas, que incluye la publicidad como una variable estratégica. Aunque la relación entre publicidad e información con costes ya ha sido tratada incluso con anterioridad al modelo de Varian,[2] el planteamiento presentado es una contribución original de este trabajo de fin de grado. Publicidad más barata y consumidores más susceptibles ante ésta incentivan la estrategia de publicitarse. Además, se considera un enfoque secuencial, donde existe multiplicidad de equilibrios de Nash perfectos en subjuegos. Sostener uno de los equilibrios sería posible mediante la consideración de objetivos alternativos y añadidos que las empresas puedan perseguir en sus comportamientos estratégicos. La sección última contiene algunas conclusiones y posibles líneas para continuar y ampliar este trabajo de fin de grado.

[1] Las fórmulas están incluidas en el Anexo

[2] Como en el caso de Butters (1978)

2. DISPERSIÓN DE PRECIOS E INFORMACIÓN IMPERFECTA

En esta sección se analizan y comparan dos trabajos clásicos sobre dispersión de precios, el modelo de ventas de Varian (1980) y el de gangas y estafas de Salop y Stiglitz (1977), cuya importancia ya se ha mencionado anteriormente.

Hal Varian concibió su modelo de ventas observando, según él mismo cuenta, los distintos precios para televisores, que fluctuaban notablemente por las ofertas y descuentos ofrecidos. Concluyó que la pregunta relevante no era por qué las tiendas llegan a ofrecer a veces precios especialmente bajos sino por qué son consistentemente altos (Varian, 1997). En consecuencia, formaliza una situación en la que la existencia de consumidores desinformados sobre el precio de un bien confiere a los oferentes poder de mercado, con una solución de precios aleatorios.

Sin embargo, la formalización de su idea toma como referencia el modelo previo de Salop y Stiglitz, que partía de la existencia de consumidores con distinta capacidad de informarse, permitiendo explicar la existencia de distintos precios para una misma mercancía. Es un modelo pionero en mostrar un equilibrio con diferentes precios para el mismo bien debido al coste de la información de los consumidores.

2.1. Modelo de ventas de Varian

El trabajo de Varian (1980) tiene por objetivo explicar la persistencia de la dispersión de precios en el tiempo. Para ello, se plantea y analiza un escenario donde se compite en precios. Los equilibrios resultantes se interpretan como una forma de discriminación por parte de las empresas entre consumidores informados y no informados. La motivación consiste en reflexionar no solo sobre diferencias de precios entre diferentes tiendas (dispersión "espacial") sino también a lo largo del tiempo (dispersión "temporal"). Como el autor señala, se estudia el caso de equilibrios simétricos aunque Baye et al. (1992), siguiendo un modelo similar, muestran también la existencia de un conjunto de equilibrios asimétricos.

En el juego que se formaliza participan n tiendas. Todas ellas producen un bien homogéneo con idénticos costes $c(q)$, siendo el coste medio estrictamente decreciente. Periódicamente, las empresas deciden sus estrategias referentes al precio de venta p del bien que ofertan, tomando como dados los precios de sus competidoras y las demandas de los consumidores. Se considera que las empresas eligen sus precios de forma simultánea y aleatoria y, en consecuencia, una estrategia viene definida por una función de densidad f, de modo que $f(p)$ indica la probabilidad de que se cargue el precio p.

Por otra parte se tiene un gran número de consumidores que no actúan estratégicamente y que desean comprar un máximo de una unidad del bien siempre que el precio no supere el precio de reserva r . Del total de consumidores, hay un número M de consumidores desinformados, que comprarán el bien en una tienda al azar, y un número I de consumidores informados que comprarán el bien en la tienda que ofrezca el menor precio. De esta manera, $U = M/n$ es el número de consumidores desinformados por tienda.

Un perfil de estrategias es una una elección de precios por parte de cada una de las empresas participantes. Una tienda tendrá éxito si ofrece el menor precio, obteniendo $I+U$ clientes, y denotamos por p^* al coste medio asociado, es decir, $p^* = \frac{C(I+U)}{I+U}$. En caso contrario la empresa obtiene U clientes, esto es, su cuota correspondiente de desinformados.

Un equilibrio de Nash es un perfil de estrategias con la propiedad de que ninguna empresa tiene incentivos a cambiar su decisión en precios, dado lo que hacen las demás. Varian (1980) centra el análisis en equilibrios simétricos, que son aquellos en el que todos los oferentes, que tienen la misma estructura de costes, siguen el mismo comportamiento estratégico. En este caso, deben verificarse las siguientes condiciones:

- Se dará probabilidad cero a cualquier precio mayor que el precio de reserva de los consumidores, es decir, $f(p) = 0$ si $p > r$, pues nadie compraría el bien.
- Cualquier precio $p < p^*$ también tendrá asignada probabilidad cero, pues se obtendrían beneficios negativos.
- No puede existir un equilibrio simétrico en el que todas las tiendas establezcan el mismo precio con probabilidad uno.

Para ver esta última condición, nótese que si se estableciese con seguridad un precio $p \in (p^*, r)$, cualquier tienda tendría incentivos para desviarse bajando el precio. Si todas cobran p^*, debido a que el coste medio es estrictamente decreciente, los beneficios serían negativos. Se deduce que la función de densidad $f(p)$, que define un equilibrio simétrico, carece de puntos de masa y, además, es continua en el intervalo (p^*, r).

Por lo tanto, podemos concluir que no habrá equilibrio de Nash en estrategias puras. Por consiguiente, se llega a una solución de precios aleatorios, es decir, un equilibrio en estrategias mixtas, que representa la dispersión de precios fruto de la información asimétrica entre los potenciales compradores.

Consideremos un perfil de estrategias simétrico definido por una función de densidad $f(p)$, y denotemos por F la función de distribución asociada en el intervalo (p^*, r), cumpliéndose $f(p) = F'(p)$ en el intervalo mencionado. La probabilidad de éxito, es decir, de cobrar el menor precio es $(1-F(p))^{n-1}$ y la de fracaso es $1-(1-F(p))^{n-1}$. En consecuencia, los pagos esperados son:

$$\int_{p^*}^{r} \left[\pi_s(p) \cdot (1-F(p))^{n-1} + \pi_f(p) \cdot \left(1-(1-F(p))^{n-1}\right)\right] f(p)dp,$$

donde $\pi_s(p) = p \cdot (U+I) - C(U+I)$ son los beneficios en caso de éxito y $\pi_f(p) = p \cdot U - C(U)$ los beneficios en otro caso.

Suponiendo que existe libre entrada y salida de empresas, los beneficios esperados en equilibrio deben ser nulos. Por ello: $\pi_s(p) \cdot (1-F(p))^{n-1} + \pi_f(p) \cdot \left(1-(1-F(p))^{n-1}\right) = 0$ para todo precio p tal que $f(p) > 0$. Esto equivale a $1-F(p) = \left(\frac{\pi_f(p)}{\pi_f(p)-\pi_s(p)}\right)^{\frac{1}{n-1}}$, para aquellos precios p con $f(p) > 0$.[3]

Para terminar de caracterizar el equilibrio basta ver los precios con densidad positiva, como demuestra Varian (1980) para todos los precios en (p^*, r).[4]

Por tanto, la función de densidad de equilibrio define, para $p \in (p^*, r)$, la función de distribución de precios dada por:

$$F(p) = 1 - \left(\frac{\pi_f(p)}{\pi_f(p) - \pi_s(p)}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Para ilustrar este resultado, Varian resuelve el caso particular en que solo existen costes fijos k, se tiene que $n = rM/k$ y $p^* = \frac{kr}{rI+k}$. Sustituyendo en la función de distribución y

[3]Se puede probar que $\frac{\pi_f(p)}{\pi_f(p)-\pi_s(p)}$ es estrictamente decreciente en p.

[4]Véanse las Proposiciones 6,7 y 8 en Varian (1980).

derivando respecto a p obtenemos:

$$f(p)=\frac{(k/I)^{\frac{1}{n-1}}}{n-1}\cdot\frac{(1/p-1/r)^{\frac{1}{n-1}-1}}{p^2}$$

Para n suficientemente grande, la función f es proporcional a $\frac{1}{p(1-p/r)}$. De la forma de esta función, se concluye que se da mayor probabilidad a cobrar precios cercanos a los extremos p^* o r.

2.2. Modelo de Salop y Stiglitz

Salop y Stiglitz (1977) ya modelizaron la dispersión de precios como fruto de los costes de información que los consumidores puedan tener para conocer que tienda ofrece cada precio que, en su caso, se basa en las localizaciones respectivas. Cuando las empresas tienen cierto poder de mercado pueden aumentar precios de tal modo que los clientes puedan no tener incentivos suficientes para informarse acerca del resto de precios que puedan prevalecer. Además de una situación de equilibrio compatible con la dispersión persistente de precios, el modelo muestra como el propio mercado genera endógenamente la imperfección y las asimetrías en la información (Stiglitz, 1979).

Para precisar, se considera un gran número L de consumidores con una demanda perfectamente inelástica de una mercancía que distribuyen n tiendas o empresas. Todos tienen el mismo precio de reserva u, que por lo tanto será el precio de monopolio. Las n empresas producen con la misma tecnología caracterizada por unos costes fijos T y variables $v(q)$, donde q es la cantidad producida. Los costes marginales son crecientes y, por tanto, la curva de costes medios tiene forma de U.

Cada tienda j se caracteriza por una localización l_j y por el precio p_j al que ofertan el producto. Los consumidores conocen el vector de precios $p=(p_1,\dots,p_n)$ pero desconocen el vector de localizaciones $l=(l_1,\dots,l_n)$ que especifica el lugar donde se ubica cada tienda. Cada comprador potencial i puede obtener la información sobre el emplazamiento de todas las tiendas l a un coste fijo c_i, y compraría el bien en la tienda que ofrezca el menor precio.

El coste fijo de informarse puede variar entre individuos según sus habilidades de análisis, su coste de oportunidad y sus preferencias por leer y procesar la información relevante. Para simplificar, Salop y Stiglitz consideran dos grupos de individuos: hay una proporción de consumidores α con coste c_1 y una proporción $1-\alpha$ con coste $c_2 > c_1$. Consideran también que los gastos de una búsqueda secuencial son demasiado elevados por lo que la dispersión puede perdurar en el tiempo. Los consumidores deben decidir si entrar en el mercado y si correr con el coste de informarse o no.

Si el consumidor i opta por informarse, comprará el bien al menor precio existente p_{min}, incurriendo en un gasto total de $E_S^i = p_{min} + c_i$. Si por el contrario no se informa, asumiendo que todas las tiendas tienen la misma cuota de mercado, pagará en media $E_N^i = \overline{p} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} p_j$.

En consecuencia, si el consumidor es neutral al riesgo, se informará si y solo si $E_S^i < E_N^i$, es decir, $p_{min} + c_i < \overline{p}$. Además, es de señalar que entrará en el mercado si el menor de estos costes es inferior o igual al precio de reserva, es decir $u \geq \text{mín}\{p_{min} + c_i, \overline{p}\}$.

Las tiendas conocen todos los precios y la distribución de costes de información y así pueden predecir la proporción de clientes que decidirá informarse. Suponiendo que no hay incertidumbre sobre la demanda real, las empresas buscan maximizar su beneficio dados los precios cobrados en el resto de negocios, es decir, $\text{máx}_{p_j} \pi_j(p_j, p_{-j})$. Cada tienda j, tomando por dada la regla de decisión de los consumidores, puede conocer su influencia en el precio mínimo y el precio medio y así puede calcular la demanda que absorbe $D_j(p_j, p_{-j})$ para el precio p_j que decida y los precios p_{-j} seleccionados por las demás.

Suponiendo que hay libre entrada, los beneficios esperados deben ser nulos en equilibrio. Esto permite calcular el número de empresas que se instalan en el mercado y establece que el precio coincidirá con el coste medio para cada empresa.

El equilibrio viene definido por un vector de precios $p^* = (p_1^*, p_2^*, \ldots, p_n^*)$, un número n^* de tiendas y un porcentaje α^* de individuos que se informan sobre la localización de cada precio, tales que verifican las condiciones siguientes de maximización de beneficios, beneficios nulos y equilibrio de búsqueda.

La maximización de beneficios implica que, dado el precio que eligen las demás competidoras y la estrategia de los consumidores que definen las demandas, el precio p_j^* que elige cada empresa $j = 1, \ldots, n^*$ resuelve el siguiente problema:

$$\max_{p_j} \pi(p_j, p^*_{-j}) = p_j D(p_j, p^*_{-j}) - v\left(D(p_j, p^*_{-j})\right) - T.$$

Por la libre entrada, los beneficios de equilibrio son $\pi_j(p^*_j, p^*_{-j}) = 0$ para toda empresa $j = 1, \ldots, n^*$. Es decir, las n^* empresas producen y venden lo suficiente para mantenerse en el rango decreciente de la curva de costes medios. Así se deduce que la curva de demanda a la que se enfrenta cada empresa está debajo de la curva de costes medios en cada punto salvo en el precio de equilibrio. Por último, el equilibrio de búsqueda implica que los consumidores obtienen la información de manera óptima:

$$\alpha^* = \begin{cases} 1 \ \text{ si } c_1 \leq c_2 < \overline{p}^* - p^*_{min} \\ \alpha \ \text{ si } c_1 < \overline{p}^* - p^*_{min} \leq c_2 \\ 0 \ \text{ si } \overline{p}^* - p^*_{min} \leq c_1 \leq c_2 \end{cases}$$

En estas condiciones pueden darse cuatro escenarios:

- Existe un equilibrio único en el precio de equilibrio competitivo p^* si los costes de información son nulos para ambos grupos (condición de la competencia perfecta), si la proporción de consumidores informados α es muy elevada o si el precio de reserva u o el coste de informarse del grupo con mayores costes c_2 son muy bajos.
- Existe un equilibrio único en el precio de reserva u si los costes de información para los consumidores son tan altos que las tiendas que apuestan por bajos precios tendrán que incurrir en pérdidas para inducirles a informarse.
- Existen dos precios de equilibrio, uno para cada grupo de consumidores. Uno será el precio de equilibrio competitivo y el otro se desviará tanto como permita c_2 sin sobrepasar u.
- Por último, puede no existir ningún equilibrio, con los precios fluctuando entre el competitivo y un precio límite determinado por los costes de información.

2.3. Comparando los modelos

Cuando se analizan conjuntamente, ambos modelos presentados formalizan la dispersión de precios como consecuencia de un problema de información asimétrica. Los dos plantean un juego en forma normal en el que los precios son una variable esencial, y se considera la solución no cooperativa de equilibrio de Nash.

Las diferencias más notables son las características de los equilibrios resultantes. En el modelo de Salop y Stiglitz se llega a equilibrios en estrategias puras, con las tiendas cobrando el mismo precio u optando por dos precios distintos, según los costes de información de los consumidores. También se contempla la posibilidad de no existencia de equilibrio debida a una oscilación de precios que se interpreta como dispersión. Por su parte, el modelo de Varian resulta en equilibrios en estrategias mixtas. Esto se traduce en términos de precios aleatorios, siendo posibles precios intermedios acumulados en torno a dos extremos determinados, algo que Varian considera cercano a lo observado comúnmente en las tiendas (Varian, 1980, p.658). Estos equilibrios son simétricos, a diferencia del doble equilibrio o de su ausencia en el modelo de Salop y Stiglitz.

En ambos enfoques las tiendas adoptan un comportamiento estratégico a la hora de establecer precios y el número de tiendas en el equilibrio con dispersión es endógeno dependiendo, en los dos casos, de los consumidores desinformados entre otras variables. [5]

Por parte de los demandantes, en los dos planteamientos el número de consumidores es una variable exógena, todos ellos con una demanda perfectamente inelástica y, además, en cualquiera de las situaciones de equilibrio, la totalidad de consumidores compran el bien. No obstante, su comportamiento es sustancialmente diferente en cada caso:

- Los consumidores solo actúan como jugadores en el modelo de Salop y Stiglitz, donde toman decisiones sobre informarse o no. La decisión de equilibrio es endógena, dependiendo de sus respectivos costes de información así como del precio mínimo. Las tiendas asumen esta regla de decisión a la hora de establecer el precio que cobran, siendo la variable que sirve para atraer a los consumidores informados, pues los individuos desconocen la localización.

[5] En el modelo de Varian, los otros determinantes son los costes que afrontan las tiendas y el precio de reserva.

- Varian retoma la idea de dos grupos de consumidores, pero estos actúan de forma no estratégica y la proporción de consumidores informados es exógena. Las tiendas solo tienen en cuenta su proporción para decidir los precios y no pueden inducir a informarse o no. También implica que las tiendas pueden llegar a cobrar el precio de reserva sin restricciones al poder de mercado que ostentan.

El propio Varian considera que la decisión puede hacerse fácilmente "endógena siguiendo el ejemplo de Salop y Stiglitz" (Varian, 1980, p.657). Los consumidores se informan si el precio medio es superior al precio mínimo medio más el coste de informarse. Las empresas asumirían esta regla en su estrategia y el precio máximo que cobran se verá limitado por los costes de información más altos, como sucede con el modelo de Salop y Stiglitz. La modificación implica que todos los consumidores tienen al inicio cierta información sobre precios: el valor medio y el valor mínimo medio. Esto es realmente la misma situación que plantean Salop y Stiglitz ya que en su modelo no es relevante para los consumidores saber los precios concretos (al no poder asociarlos a sus respectivas tiendas) sino la media y el valor mínimo. Que el valor mínimo sea único o un valor medio es consecuencia de la validez temporal de cada modelo.

Otra diferencia notable se observa en el distinto efecto que los consumidores tienen sobre los demás. Stiglitz (1979) observó que el modelo elaborado con Salop refutaba la posibilidad de arbitraje por parte de los consumidores capaces de informarse, en contra de la creencia común entonces. Los consumidores informados, salvo que supongan un porcentaje muy elevado y lleven al mercado al equilibrio competitivo, solo producen una externalidad positiva para los consumidores desinformados. Esto se debe a que aumentaría el número de tiendas que cobran el precio competitivo (Stiglitz, 1979, p.341). Aplicando esa misma lógica, deducimos que cada consumidor desinformado produce una externalidad negativa sobre los otros consumidores desinformados, al aumentar la proporción de tiendas caras, pudiendo llevar al extremo de que todas cobren el precio de monopolio. No hay externalidades sobre los consumidores con bajos costes de información, siempre que haya suficientes compradores informados, como consecuencia de seguir estrategias puras en precios. Es decir, en el momento en que existan incentivos a inducir a los consumidores a informarse, los oferentes que siguen esta estrategia cobran el precio competitivo.

Como indica el propio autor, en el modelo de Varian (1980), tomando costes fijos los consumidores informados también generan una externalidad positiva sobre los desinformados al reducir el precio medio. A su vez, los desinformados producen una externalidad negativa sobre sus semejantes al aumentar el precio medio. Pero, en contra de la intuición, éstos producen una externalidad positiva sobre los consumidores informados al aumentar el número de tiendas en general y, en consecuencia, de las que compiten por atraer a este tipo de consumidores. Este efecto no se observa en el modelo de Salop y Stiglitz, donde en el equilibrio solo se dan uno o dos precios. Las externalidades sobre los consumidores informados solo surgen con precios aleatorios.

Por último, es también reseñable que el modelo de Salop y Stiglitz requiere que los costes de aprender mediante una búsqueda secuencial sean suficientemente elevados. De lo contrario, los consumidores con mayores costes de información acabarían localizando las tiendas de precios bajos. Este supuesto no es necesario en el modelo de Varian, ya que los precios aleatorios cambian cada periodo. Esto produce la mencionada dispersión "temporal", es decir, las tiendas pueden cambiar de posición en una clasificación de precios.[6] La consistencia en el tiempo de los modelos puede relacionarse con las observaciones de Hopkins (2006), quien conjetura que los bienes que se compran con mayor frecuencia podrían relacionarse con clasificaciones de precios más inestables. [7] En este sentido, cuando los bienes no se adquieren con frecuencia, los consumidores desinformados no tendrían incentivos a realizar una búsqueda secuencial y el modelo de Salop y Stiglitz, compatible con un "ranking" de precios estable, se ajustaría debidamente. Con bienes adquiridos frecuentemente, el modelo de precios aleatorios se adaptaría mejor a la realidad. Sin embargo, Hopkins también señala la falta de estudio teórico que incluya la frecuencia o las pautas de consumo.

Las observaciones de este apartado pueden encontrarse sintetizadas en el siguiente cuadro.

[6] La no existencia de equilibrio en el modelo de Salop y Stiglitz bajo ciertas condiciones puede ser vista también como dispersión temporal.

[7] Se basa en la clasificación estable de la venta online de bienes electrónicos observada por Baylis y Perloff (2002) y la inestabilidad de los precios en supermercados del estudio de Lach (2002).

	Salop y Stiglitz (1977) “Bargains and ripoffs: A model of monopolistically competitive price dispersion”	Varian (1980) “A model of sales”
Estrategias	Empresas: precios Consumidores: Información	Empresas: precios
Equilibrio	Estrategias puras	Estrategias mixtas
Consumidores	Hay costes de información Proporción endógena de informados y desinformados	No hay costes de información Número exógeno de informados y desinformados
Explicación de la dispersión de precios	Diferentes precios en el equilibrio No existencia de equilibrio	Precios aleatorios
Externalidades de los consumidores desinformados	Negativa sobre los desinformados	Negativa sobre los desinformados Positiva sobre los informados
Externalidades de los consumidores informados	Positiva sobre los desinformados	Positiva sobre los desinformados Indeterminada sobre los informados

Cuadro 2.1. Comparación de modelos.

3. EFECTOS DE VARIACIONES DE COSTES EN EL MODELO DE VENTAS

En esta sección se explora el efecto de los costes de producción en la distribución y dispersión de precios. Para ello, además de analizar los efectos sobre el equilibrio, extendemos el análisis del ejemplo que presenta Varian, mostrando como evoluciona la distribución de precios también ante variaciones de costes marginales.[8]

3.1. Sobre costes fijos y dispersión de precios

Para analizar el efecto de los costes fijos en el equilibrio, partimos del ejemplo numérico que presenta y resuelve Varian (1980) para los valores $I = 1, M = 2$ y $r = 1$. Tomando costes fijos $k = 1$, se obtiene $n = 2$ y $f(p) = 1/p^2$, que es estrictamente decreciente. Es decir, el ejemplo que tomamos como punto de partida resulta en un duopolio caracterizado por dos empresas compitiendo esencialmente en precios bajos. Sin embargo, en este trabajo ilustramos que para costes fijos menores, $k < 1$, el número de establecimientos que compiten es mayor y optan con más frecuencia por dos estrategias dadas por precios bajos y precios cercanos al de reserva, respectivamente.

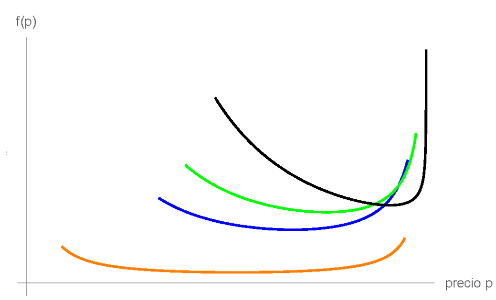

Gráfico 3.1: Estrategias de precios *vs.* distintos costes fijos.

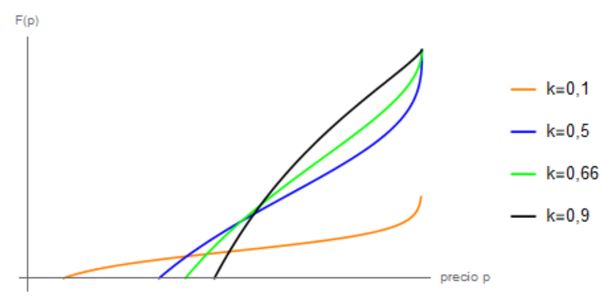

Gráfico 3.2: Distribución acumulada *vs.* distintos costes fijos.

En ambos gráficos se observa como a mayor coste fijo, y por tanto, a menor número de tiendas, el rango de precios está dado por intervalos que van disminuyendo y los valores de $F(p)$ y $f(p)$ en los extremos de la secuencia parecen crecer más que los intermedios a medida que aumenta k. Como consecuencia, los precios se distribuyen en curvas menos planas, es decir, la acumulación de tiendas que optan por precios extremos es mayor, optando por estrategias más *polarizadas*. El precio medio tiende a r a medida que desciende

[8]Las relaciones $p^* = \frac{k}{I+k/r}$ y $n = \frac{rM}{k}$ implican que un aumento de los costes implica una reducción del número de establecimientos y un mayor precio mínimo.

el valor de k, lo que significa que las estrategias de las tiendas tienden a acumularse en torno al precio de reserva a medida que aumenta el número de competidoras. En cambio, el precio medio es decreciente, respecto a los costes fijos k, en favor de los consumidores desinformados, algo que podemos atribuir posiblemente al menor número de tiendas. A su vez, el precio mínimo medio, indicador de lo que pagarán los consumidores informados en media, aumenta (lógicamente por el aumento del precio mínimo posible). Por lo tanto, como apunta la intuición, mayores costes cercenan la capacidad de discriminar entre consumidores y reducen el poder de mercado de las empresas. De hecho, compiten en precios bajos cuanto más se acercan al duopolio, que se genera endógenamente como consecuencia de un aumento de costes fijos (véase el gráfico 3.3).

No es inmediato determinar el efecto global de las alteraciones en los costes sobre el grado dispersión, pues el rango de precios no es un indicador inequívoco de ésta y, por tanto, requiere un estudio adicional. En la literatura empírica, están ampliamente utilizadas como medidas de dispersión la diferencia entre los precios máximo y mínimo y la desviación estándar o la varianza. Con más frecuencia aún, se usan medidas adimensionales relacionadas con las anteriores, como son la diferencia porcentual de precios y el coeficiente de variación.[9] Estas medidas han sido utilizadas, entre otros, por Baye et al. (2006) y Ghose y Yao (2011), quienes además indican la evolución de la dispersión en función de los costes.[10]

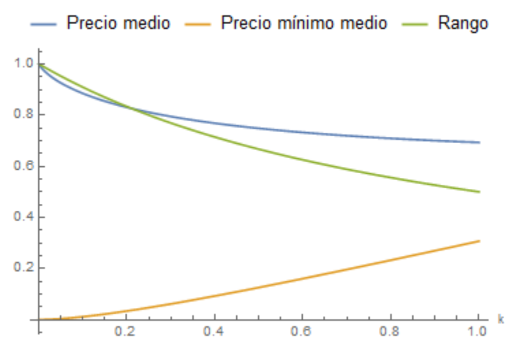

Gráfico 3.3: Precio medio, precio mínimo medio y rango r-p*

Ambos indicadores muestran que a partir de un $\hat{k}$ determinado la dispersión es decreciente con los costes fijos. En contra de la intuición, en cada caso hay una dispersión máxima para un determinado valor interior de costes fijos, *ceteris paribus*, que llevan asociado un número determinado de tiendas. Cuando los costes fijos son despreciables, los indica-

[9]La primera medida es dada por la diferencia entre el mayor y menor precio dividida por la media y la segunda es el cociente entre la desviación estándar de precios y la media.

[10]Baye et al. (2004, 2006) señalan las dificultades de su aplicación al caso de equilibrios asimétricos, utilizando la diferencia entre los dos menores precios

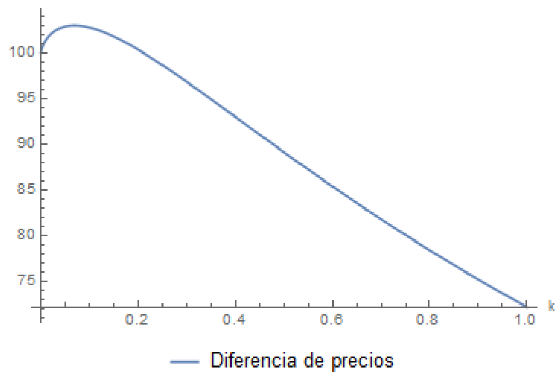

Gráfico 3.4: Diferencia porcentual de precios en función de k.

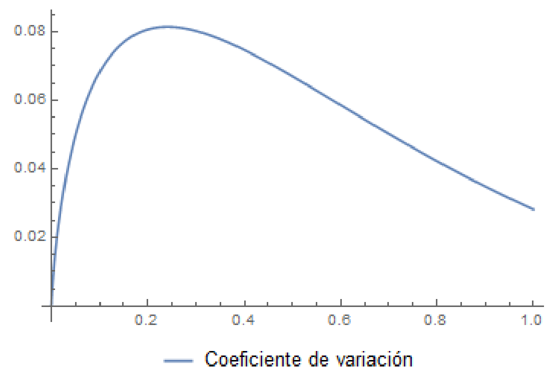

Gráfico 3.5: Coeficiente de variación en función de k.

dores difieren enormemente, pues el rango de precios tiende a su máximo (p^* tiende a 0) pero la desviación estándar converge a 0. No obstante, se deduce que cuando el número de tiendas tiende es suficientemente grande, la dispersión también se reduce. Posiblemente, esto es fruto de la concentración de empresas entorno a precios altos (en el límite, el precio medio es el de reserva) y los informados no producen ninguna externalidad positiva sobre le resto de consumidores.[11]

3.2. Sobre costes marginales no nulos

Procedemos a analizar la variación del equilibrio cuando las empresas se enfrentan a costes marginales constantes no nulos. Por simplicidad, consideramos $C(q) = cq + k$. La cantidad total demandada, al ser de una unidad del bien por consumidor, tomará valores U o $I+U$. Por lo tanto, los beneficios posibles son $\pi_s(p) = p(I+U) - c(I+U) - k = (p-c)(I+U) - k$ y $\pi_f(p) = (p-c)U - k$.

Análogamente al razonamiento de Varian, como $\pi_f(r) = 0$, obtenemos $n = \frac{(r-c)M}{k}$.[12] $c \leq r - \frac{2k}{M}$. A su vez, como $\pi_s(p^*) = 0$, obtenemos $p^* = \frac{k}{I+\frac{k}{r-c}} + c$. Las funciones de distribución y densidad serán por lo tanto:

$$F(p) = 1 - \left(\frac{k(r-p)}{I(r-c)(c-p)}\right)^{\frac{1}{n-1}}, \quad f(p) = F'(p) = \frac{(k/I)^{\frac{1}{n-1}}}{n-1} \frac{\left(\frac{r-p}{r-c}\right)^{\frac{1}{n-1}-1}}{(p-c)^{3-\frac{1}{n-1}}}$$

[11]En el gráfico 3.4 la diferencia porcentual supera el 100 % debido a que, para valores bajos de k, el rango es superior al precio medio, como muestra el gráfico 3.3.

[12]Por consistencia, $c \leq r - \frac{2k}{M}$.

Para n lo suficientemente grande, la función de densidad es proporcional a $\frac{(r-c)}{(p-c)(r-p)}$.[13]

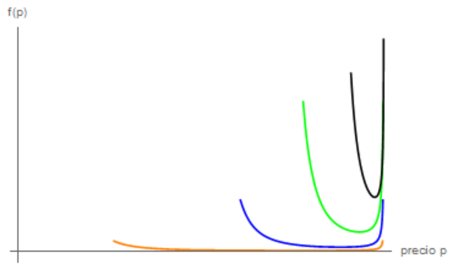

Gráfico 3.6: Estrategias de precios *vs.* costes marginales.

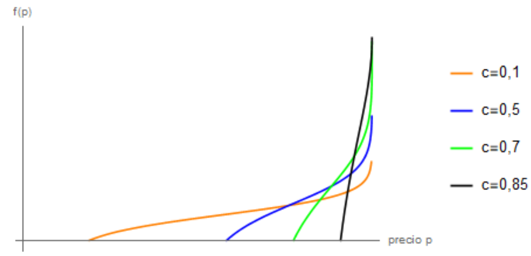

Gráfico 3.7: Distribución acumulada *vs.* costes marginales

Observamos que los efectos sobre $F(p)$ y $f(p)$ son análogos a los que producían los costes fijos. Al aumentar el coste marginal lleva a un menor rango de precios con una mayor concentración de tiendas (aunque el número disminuya) en los precios bajos.

4. UN MODELO DE VENTAS CON PUBLICIDAD

En esta sección se plantea y analiza una variante del modelo de ventas de Varian (1980) que incluye en la decisión estratégica de las empresas la posibilidad de hacer publicidad.

Existen n tiendas con los mismas características que en el modelo original. Sin embargo, en el escenario que contemplamos, cada empresa puede optar por publicitarse con un coste μ que por simplicidad supondremos fijo e igual para todas.

El hecho de incorporar como variable estratégica hacer o no publicidad afecta a las ventas de las tiendas. Existe un número I de consumidores informados que, por su habilidad o interés, dispondrán de toda la información sobre los precios, incluso cuando no hay publicidad por parte de ninguna de las empresas. No obstante, la publicidad puede generar una distribución diferente de los M consumidores inicialmente desinformados. Una proporción de ellos, dada por el parámetro $\alpha \in [0,1]$, siempre se mantendrá desinformada, comprando aleatoriamente o por razones independientes al precio, y se reparte de manera igualitaria entre las tiendas. El resto de individuos desinformados , es decir, $(1-\alpha)M$ consumidores, comprarán el bien en la tienda que ofrezca el menor precio de entre aquellas que optaron por publicitarse. Puede pensarse, por ejemplo, en consumidores que se limitan a comparar precios entre los panfletos a domicilio y los anuncios en televisión. La distribución es exógena y las tiendas la asumen como dada.

[13]Nótese que para $c = 0$ se obtiene la resolución de Varian.

En estas condiciones, la estrategia de las tiendas incluye dos componentes. En primer lugar, deben decidir si pagan por publicitarse, en cuyo caso afrontan un coste $c(q)+\mu$, o no publicitarse y mantener el coste $c(q)$. Si deciden no publicitarse, pueden cobrar el menor precio de entre todas las n tiendas y atraer a $\alpha\frac{M}{n}+I=\alpha U+I$ consumidores o, de no ofrecer el menor precio, atraer solo a su cuota de desinformados αU. Si todas las tiendas optan por no publicitarse, obtienen ademas su cuota $\frac{(1-\alpha)M}{n}=(1-\alpha)U$ de aquellos consumidores que, al no poder informarse a través de la publicidad, optan por comportarse como el resto de desinformados. Esta última situación es la que sucede en el modelo de Varian, donde no se considera la opción de hacer publicidad.

Por tanto, si una tienda opta por publicitarse, asumiendo el correspondiente coste μ, pueden suceder tres situaciones que resultan en distintas cuotas de mercado. Si la tienda ofrece el menor precio de todas las participantes, atraerá a $\alpha U+(1-\alpha)M+I$ consumidores. Si ofrece el menor precio pero solo entre las tiendas que se publicitan, atrae su cuota de consumidores desinformados y a aquellos que dependen de la publicidad, es decir, $\alpha U+(1-\alpha)M$ consumidores. Por último, si su precio no es el menor de entre los oferentes con publicidad, entonces obtiene solamente αU consumidores. Si todos los jugadores optan por publicitarse, ofrecer el menor precio entre las tiendas que se publicitan garantiza atraer a los consumidores informados I y solo hay dos resultados posibles.

En este último caso en el que todas las tiendas asumen el gasto en publicidad μ, la función de densidad acumulada de precios, que puede obtenerse siguiendo el trabajo original de Varian, es $F(p,\alpha)=1-\left(\frac{\pi_f(p,\alpha)}{\pi_f(p)-\pi_s(p,\alpha)}\right)^{\frac{1}{n-1}}$, donde los beneficios en caso de éxito que se obtienen son $\pi_s(p,\alpha)=p\cdot(\alpha U+(1-\alpha)M+I)-c(\alpha U+(1-\alpha)M+I)-\mu$. Por el contrario, en caso fracaso, se tiene $\pi_f(p,\alpha)=p\cdot\alpha U-c(\alpha U)-\mu$.[14]

En lo que sigue resolvemos el modelo para el caso particular en que las empresas solo tienen costes fijos k, esto es, $c(q)=k$. Como en equilibrio los beneficios esperados deben ser nulos, se tiene que $\pi_f(r)=r\cdot\alpha U-c(\alpha U)-\mu=0$, de donde obtenemos el valor del número de tiendas $n_\alpha=\frac{r\alpha M}{k+\mu}$. Además $\pi_s(p^*)=p^*\cdot(\alpha U+(1-\alpha)M+I)-c(\alpha U+(1-\alpha)M+I)-\rho=0$, de donde obtenemos el valor del precio mínimo p^*_α de los que se eligen con probabilidad positiva: $p^*_\alpha=\frac{k+\mu}{I+\alpha\frac{k+\mu}{r}+(1-\alpha)M}$. Para precisar, en equilibrio se tienen las

[14]Nótese que se obtiene el modelo de Varian (1989) para el caso particular $\mu=0$ y $\alpha=1$.

siguientes funciones de distribución y densidad, respectivamente:

$$\begin{aligned} F_{\alpha,\mu}(p) = &\quad 1-\left[\frac{k+\mu}{I+(1-\alpha)M}\left(\frac{1}{p}-\frac{1}{r}\right)\right]^{\frac{1}{n-1}} \\ f_{\alpha,\mu}(p) = &\quad \frac{1}{n-1}\left(\frac{k+\mu}{I+(1-\alpha)M}\right)^{\frac{1}{n-1}} \frac{(\frac{1}{p}-\frac{1}{r})^{\frac{1}{n-1}-1}}{p^2} \end{aligned}$$

Observamos que, como era de esperar, el coste de la publicidad tiene un efecto comparable al coste fijo de producción. Cuanto mayor sea el coste de publicidad, menor será el número de tiendas y mayor será el precio mínimo posible. Por su parte, cuanto mayor sea la proporción α de consumidores que permanecen desinformados mayor será el número de tiendas. Para $n \geq 2$ se puede demostrar que el precio mínimo también es creciente con α. Es decir, cuantos menos clientes son susceptibles de comportarse como informados más subirá el precio mínimo. Podemos observar también que la función conserva su forma en U y es creciente con los parámetros μ y α.

Estos resultados pueden interpretarse como sigue. Al aumentar el coste de la publicidad, menos tiendas pueden afrontar las pérdidas, el precio mínimo que pueden permitirse aumenta y el abanico de precios se comprime. Respecto a α, al aumentar el número de consumidores que pueden llegar a actuar como informados, aumenta el precio mínimo que puede cobrarse y los precios se extienden en un rango mayor, aunque no necesariamente con más dispersión. Pero la mayor probabilidad de fracasar y limitarse a la cuota de desinformados aumenta y cae el número de tiendas.

El modelo planteado puede reformularse como un juego en dos etapas, en el que las empresas deciden primero si hacer publicidad o no y posteriormente compiten en precios. En este enfoque secuencial encontramos dos equilibrios de Nash perfectos en subjuegos. Uno de ellos es que las empresas hagan publicidad y deciden la estrategia mixta calculada previamente para esta situación dada por $f_{\alpha,\mu}(p)$. En el otro equilibrio, las empresas no hacen publicidad y deciden la distribución de precios definida como en el modelo original de Varian. En cualquier caso, los beneficios esperados resultantes son nulos.

Intuitivamente, podríamos aventurar que optar por publicitarse sería óptimo cuantos más consumidores reaccionen a los anuncios de ofertas y más baratas sean las campañas de marketing, aunque esto reduzca el número de oferentes. A pesar de que esta intuición no se formaliza en los equilibrios que se obtienen, otros objetivos alternativos y añadidos que las empresas pueden tener en cuenta para decidir su comportamiento estratégico pueden llevar a sostener uno u otro equilibrio. Por ejemplo, las empresas podrían tener otros incentivos para publicitarse diferentes o complementarios a competir en precios como, por ejemplo, atraer una cantidad inicial de clientes fieles, cuestión que también podría modelizarse.

Otra opción diferente para probar o refutar la intuición es la resolución para equilibrios no simétricos. Ésta es más compleja y excede los objetivos de este trabajo, aunque el planteamiento es válido para el análisis y desarrollo en esta dirección.[15]

5. CONCLUSIONES

El estudio comparativo de los referentes de dispersión de precios analizados en este trabajo pone de manifiesto que, pese a las similitudes en los planteamientos, presentan implicaciones muy diferentes en cuanto a la distribución de precios, la naturaleza del equilibrio obtenido y la influencia de unos consumidores sobre otros entre otras cuestiones.

Respecto al modelo de Varian (1980), un aumento de los costes fijos aumenta el precio que pagan en media los consumidores informados acaben pagando más en media mientras que los desinformados acaban pagando en media menos. La dispersión alcanza un máximo para un valor interior de costes fijos. Por último, hemos explorado una generalización de su planteamiento incluyendo una decisión endógena sobre publicidad, resolviendo el caso simétrico en el que todas las tiendas se publicitan.

Las cuotas de informados y desinformados asociados a cada establecimiento difieren en los modelos presentados. Se hace así interesante enfocar estos modelos como una cuestión de “emparejamiento” entre las tiendas que siguen estrategias de precios bajos y los consumidores informados, analizando los resultados eficientes y estables.[16]

Una dirección en la que continuar este trabajo es profundizar en el modelo de ventas con publicidad. Tanto el modelo de Varian como la generalización que pretende este trabajo pueden extenderse para incluir otros factores como, por ejemplo, la fidelidad de los consumidores informados. Una forma de modelizarlo es considerar un comportamiento estratégico y suponer un coste de cambio (“switching cost”), por ejemplo, por descuentos

[15] Las probabilidades que definen los pagos esperados estarían condicionadas a que existan tiendas con estrategias diferentes o no

[16] Este análisis es aplicable a una revisión de la literatura más extensa

a clientes habituales o compromisos de permanencia similares a los ofrecidos por compañías telefónicas. A partir de la segunda iteración, los consumidores informados cambiarían de tienda si el nuevo precio más bajo más los costes de cambio fueran inferiores al precio de la tienda en la que compraban.

BIBLIOGRAFÍA

Baye, M. R., Kovenock, D., & De Vries, C. G. (1992). It takes two to tango: equilibria in a model of sales. *Games and Economic Behavior*, 4(4), 493-510

Baye, M. R., Morgan, J., & Scholten, P. (2004). Price dispersion in the small and in the large: Evidence from an internet price comparison site. *The Journal of Industrial Economics*, 52(4), 463-496

Baye, M. R., Morgan, J., & Scholten, P. (2006). Information, search, and price dispersion. *Handbook on economics and information systems*, 1, 323-375

Baylis, K., & Perloff, J. M. (2002). Price dispersion on the Internet: Good firms and bad firms. *Review of industrial Organization*, 21(3), 305-324

Butters, G. R. (1978). Equilibrium distributions of sales and advertising prices. *In Uncertainty in Economics* , Academic Press

Ghose, A., & Yao, Y. (2011). Using transaction prices to re-examine price dispersion in electronic markets. *Information Systems Research*, 22(2), 269-288

Hopkins, E. (2008). Price dispersion. *The New Palgrave Dictionary of Economics, Second Edition, Palgrave Macmillan*.

Lach, S. (2002). Existence and persistence of price dispersion: an empirical analysis. *Review of economics and statistics* , 84(3), 433-444.

Salop, S., & Stiglitz, J. (1977). Bargains and ripoffs: A model of monopolistically competitive price dispersion. *The Review of Economic Studies*, 44(3), 493-510

Stiglitz, J. E. (1979). Equilibrium in product markets with imperfect information. *The American Economic Review*, 69(2), 339-345

Varian, H. (1980). A model of sales. *The American Economic Review*, 70(4), 651-659

Varian, H. (1997). How to build an economic model in your spare time. Szenberg, M. *Passion and Craft: Economists at Work*

A. ANEXO: FÓRMULAS ELABORADAS CON MATHEMATICA

A.1. Gráficos 3.1 y 3.2

$n = \frac{Mr}{k}$

f[p_, k_, Info_, M_, r_] =

$((k/\text{Info})^\wedge(1/(n-1)))/(n-1) * ((1/p - 1/r)^\wedge((1/(n-1)) - 1))/(p^\wedge 2)$

G1 =

Show[{Plot[f[p, 0,1, 1, 2, 1], {p, 1/11, 1}, PlotStyle → Orange,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,1"}]],

Plot[f[p, 0,5, 1, 2, 1], {p, 1/3, 1}, PlotStyle → Blue,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,5"}]],

Plot[f[p, 2/3, 1, 2, 1], {p, 2/5, 1}, PlotStyle → Green,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,66"}]],

Plot[f[p, 0,9, 1, 2, 1], {p, 9/19, 1}, PlotStyle → Black,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,9"}]]}, PlotRange → All,

AxesOrigin → {0, 0}, AxesLabel → {"precio p", "f(p)"}, Ticks → None]

FAcum[p_, k_, Info_, M_, r_] = $1 - ((k/\text{Info})(1/p - 1/r))^\wedge(1/(n-1))$

G2 =

Show[{Plot[FAcum[p, 0,1, 1, 2, 1], {p, 1/11, 1}, PlotStyle → Orange,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,1"}]],

Plot[FAcum[p, 0,5, 1, 2, 1], {p, 1/3, 1}, PlotStyle → Blue,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,5"}]],

Plot[FAcum[p, 2/3, 1, 2, 1], {p, 2/5, 1}, PlotStyle → Green,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,66"}]],

Plot[FAcum[p, 0,9, 1, 2, 1], {p, 9/19, 1}, PlotStyle → Black,

PlotLegends → LineLegend[{"k=0,9"}]]}, PlotRange → All,

AxesOrigin → {0, 0}, AxesLabel → {"precio p", "F(p)"}, Ticks → None]

A.2. Gráficos 3.3, 3.4 y 3.5

$f[\text{p\_},\text{k\_}] = \frac{k^{\frac{1}{-1+\frac{2}{k}}}\left(-1+\frac{1}{p}\right)^{-1+\frac{1}{-1+\frac{2}{k}}}}{\left(-1+\frac{2}{k}\right)p^2}$

$\text{media}[\text{k\_}] = \text{Integrate}[p * f[p,k], \{p, k/(1+k), 1\}]$

$\text{pminmed}[\text{k\_}] = k * (1 - \text{media}[k])$

$\text{Indicadoresk} = \text{Plot}[\{\text{media}[k], \text{pminmed}[k], (1 - k/(1+k))\}, \{k, 0, 1\},$

$\text{AxesLabel} \to \{\text{k}, \text{None}\},$

$\text{PlotLegends} \to \text{Placed}[\{\text{“Precio medio”}, \text{“Precio mínimo medio”}, \text{“Rango”}\},$

$\text{Above}]]$

$\text{Disp1} = \text{Plot}[100 * (1 - k/(1+k))/\text{media}[k], \{k, 0, 1\},$

$\text{PlotLegends} \to \text{Placed}[\{\text{“Diferencia de precios”}\}, \text{Below}],$

$\text{AxesLabel} \to \{\text{k}, \text{None}\}]$

$\text{DE}[\text{k\_}] = \text{Integrate}[(p - \text{media}[k])\hat{}2 * f[p,k], \{p, k/(1+k), 1\}]$

$\text{Plot}[\{\text{DE}[k]\}, \{k, 0{,}0001, 1\}, \text{PlotLegends} \to \text{“Expressions”},,$

$\text{AxesLabel} \to \{\text{k}, \text{None}\}]$

A.3. Gráficos 3.6 y 3.7

$n = (r-c)M/k$

$\text{pmin}[\text{k\_}, \text{M\_}, \text{r\_}, \text{Info\_}, \text{c\_}] = k/(\text{Info} + k/(r-c)) + c$

$f[\text{p\_}, \text{k\_}, \text{Info\_}, \text{M\_}, \text{r\_}, \text{c\_}] =$

$(((k/\text{Info})\hat{}(1/(n-1)))/(n-1))*$

$((((r-p)/(r-c))\hat{}(1/(n-1)-1))/((p-c)\hat{}(3-(1/(n-1)))))$

```
Gc1 =
Show[{Plot[f[p,0,1,1,2,1,0,1],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,1],1},
PlotStyle → Orange,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,1”}]],
Plot[f[p,0,1,1,2,1,0,5],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,5],1},
PlotStyle → Blue,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,5”}]],
Plot[f[p,0,1,1,2,1,0,7],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,7],1},
PlotStyle → Green,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,7”}]],
Plot[f[p,0,1,1,2,1,0,85],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,85],1},
PlotStyle → Black,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,85”}]]},
PlotRange → All,AxesOrigin → {0,0},AxesLabel → {“precio p”,“f(p)”},
Ticks → None]
```

```
FAcum[p_,k_,Info_,M_,r_,c_] =
1 − ((k/Info)((r − p)/((r − c) ∗ (p − c))))^(1/(n − 1))
```

```
G2 =
Show[{Plot[FAcum[p,0,1,1,2,1,0,1],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,1],1},
PlotStyle → Orange,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,1”}]],
Plot[FAcum[p,0,1,1,2,1,0,5],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,5],1},
PlotStyle → Blue,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,5”}]],
Plot[FAcum[p,0,1,1,2,1,0,7],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,7],1},
PlotStyle → Green,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,7”}]],
Plot[FAcum[p,0,1,1,2,1,0,85],{p,pmin[0,1,2,1,1,0,85],1},
PlotStyle → Black,PlotLegends → LineLegend[{“c=0,85”}]]},
PlotRange → All,AxesOrigin → {0,0},AxesLabel → {“precio p”,“f(p)”},
Ticks → None]
```