

## Fallo de Mercado causado por Incertidumbre en la Calidad\*

Segismundo S. Izquierdo Millán<sup>1</sup>, Luis R. Izquierdo Millán<sup>2</sup>, José Manuel Galán Ordax<sup>2</sup>,  
Cesáreo Hernández Iglesias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INSISOC. Universidad de Valladolid. Pº del cauce s/n. 47011. segis@eis.uva.es, cesareo@eis.uva.es

<sup>2</sup> INSISOC. Universidad de Burgos. Irizquierdo@ubu.es, jmgalan@ubu.es

### Resumen

*El argumento clásico para explicar los fallos de mercado causados por incertidumbre en la calidad está ligado a la hipótesis de información asimétrica, es decir, asume la existencia de indicadores fiables de calidad que sólo son observados por una de las partes (comprador o vendedor). Este artículo ilustra cómo el fallo de mercado puede producirse incluso en ausencia de información asimétrica. En un producto con calidad variable e incierta, la hipótesis de que los compradores estiman la calidad de un producto basándose en la calidad observada en sus compras anteriores resulta suficiente (bajo condiciones muy generales) para que se produzcan pérdidas de eficiencia y caídas en los precios y en las ventas. Discutimos la robustez de nuestros resultados ante variaciones en el sistema de estimación de la calidad y ante variaciones en el mecanismo de mercado.*

**Palabras clave:** Eficiencia de mercado, incertidumbre, información asimétrica.

### 1. Introducción

Clásicamente, el estudio de fallos de mercado provocados por incertidumbre en la calidad del producto (como el caso del mercado de coches de segunda mano) se ha abordado bajo la hipótesis adicional de información asimétrica (Akerloff 1970): algunos indicadores fiables de calidad son conocidos por el vendedor pero no son observables por el comprador. Mediante un modelo de simulación basado en agentes originalmente propuesto por Izquierdo et al. (2005), este artículo ilustra cómo el fallo de mercado puede ocurrir sin necesidad de que exista información asimétrica. Basta asumir que los consumidores estiman la calidad de un producto basándose en la calidad que han observado en sus compras anteriores para ver cómo los precios del producto con calidad variable caen, y la eficiencia del mercado disminuye, sin necesidad de asumir un comportamiento averso al riesgo.

### 2. Modelo de mercado

Las características principales del mercado artificial que estamos considerando son: (a) se negocia un único tipo de producto, cuya calidad sigue una distribución de probabilidad dada, (b) los compradores estiman la calidad del producto siguiendo reglas de estimación simples basadas en su propia experiencia (aprendizaje individual: Vriend 2000), y (c) la valoración que un comprador hace del producto (su precio de reserva) es proporcional a la calidad que espera del mismo.

Los detalles del modelo son:

- Los compradores y vendedores negocian en sesiones. En cada sesión, cada comprador puede comprar como máximo un producto.
- La calidad  $q$  de cada producto fabricado sigue una distribución de probabilidad simétrica centrada en 1.

- La oferta del mercado es una función lineal y no varía entre sesiones.
- La demanda en cada sesión se forma a partir de los precios de reserva individuales de los compradores. Los precios de reserva iniciales son tales que la demanda inicial es lineal. Los precios de reserva de los compradores cambian al cambiar la calidad que esperan para el producto. El precio de reserva del comprador  $i$  en la sesión  $n$  es igual a su precio de reserva inicial multiplicado por su calidad esperada actual  $\hat{q}_{i,n}$  para el producto.
- En cada sesión se establece un precio en la zona de corte de oferta y demanda y se realizan los posibles intercambios (compras y ventas) asociados. Todos los compradores que adquieren un producto en la sesión  $n$  actualizan su calidad esperada  $\hat{q}_{i,n}$  conforme a la calidad observada  $q_{i,n}$  del producto recién comprado. En particular, los compradores (indexados en  $i$ ) utilizan la siguiente regla de actualización:

$$\hat{q}_{i,n+1} = (1 - \lambda) \cdot \hat{q}_{i,n} + \lambda \cdot q_{i,n} \quad (1)$$

con una estimación inicial  $\hat{q}_{i,0} = E(q) = 1$ . Nótese que  $\lambda$  (tasa o velocidad de aprendizaje) indica la sensibilidad de las estimaciones de calidad de un comprador ante nuevas observaciones. Nótese también que se trata de una regla de aprendizaje individual (Vriend 2000), dado que las estimaciones de calidad de cada comprador se basan únicamente en su propia experiencia personal.

Este sencillo modelo es suficiente para ilustrar un fallo de mercado causado por incertidumbre en la calidad. Por el momento no justificaremos si la regla de estimación de la calidad empleada es realista o no, ya que posteriormente mostraremos que nuestros resultados son robustos a cambios en este aspecto y se cumplen para una amplia variedad de reglas de estimación de la calidad.

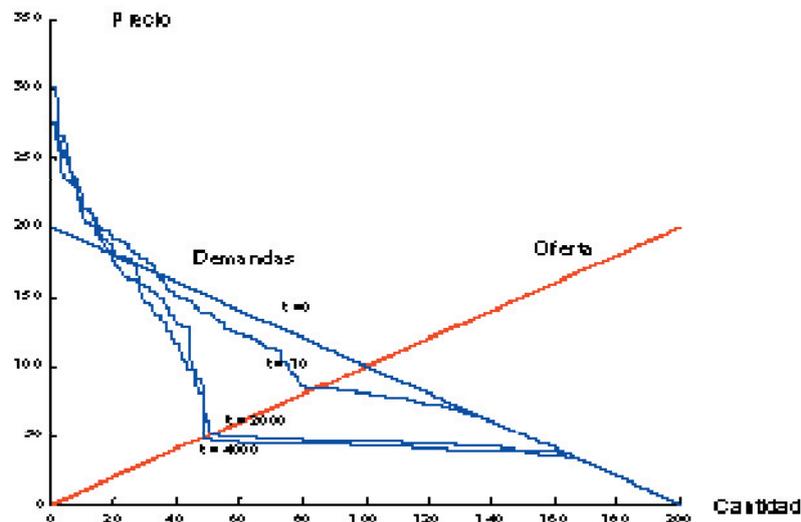
### 3. Resultados

Usando el modelo descrito en la sección anterior, considere un mercado con situación inicial ( $t = 0$ ) como la representada en la Figura 1, que corresponde a la siguiente parametrización: se tienen 200 compradores. El comprador  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, 200$ ) tiene un precio de reserva de valor  $i$ ; de este modo la demanda inicial es tal que al precio  $p$  ( $p \leq 200$ ), el número de productos demandado es la parte entera de  $(201 - p)$ . En todas las sesiones el número de productos ofertados al precio  $p$  (función de oferta) es la parte entera de  $p$ . El precio de mercado se establece en la media entre el precio de oferta y el de demanda (precio de reserva) correspondientes a la unidad de corte entre oferta y demanda. Por tanto, las condiciones de referencia iniciales, que se mantendrían si no hubiera variabilidad en la calidad, son precio = 100,5 y cantidad = 100.

Ahora introducimos variabilidad en la calidad y aprendizaje individual. Sorprendentemente, en este modelo con calidad simétrica, centrada en el valor medio, y con regla de aprendizaje insesgada, observaremos cómo el mercado se deteriora, los precios caen y los compradores tienden a subestimar la calidad de los productos ofertados.

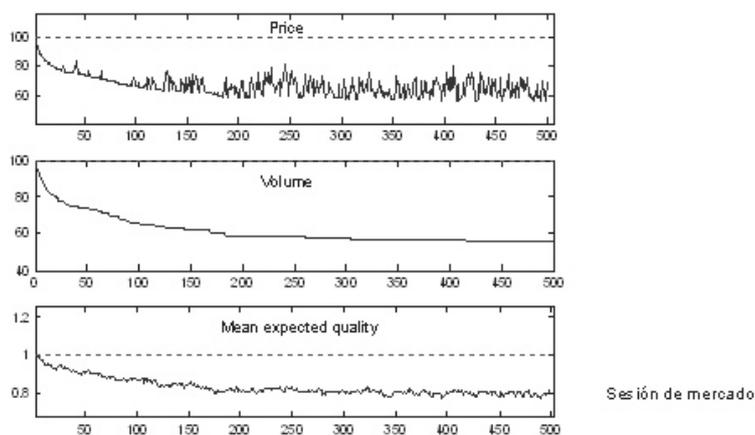
Investigamos la robustez de estos resultados utilizando distintas distribuciones de calidad simétricas, tales como una uniforme, una triangular o una normal modificada (cortando las colas), y obtuvimos los mismos patrones con todas ellas. Más adelante discutiremos la robustez a la regla de aprendizaje.

La figura 1 muestra algunos resultados correspondientes a una distribución de calidad uniforme  $q \sim U[0, 2]$  y una tasa de aprendizaje  $\lambda = 0,3$ . Puede observarse claramente la degeneración de la función de demanda a partir de las primeras sesiones. Después de un cierto número de sesiones la función de demanda resulta bastante estable y los resultados de sesiones consecutivas son similares.



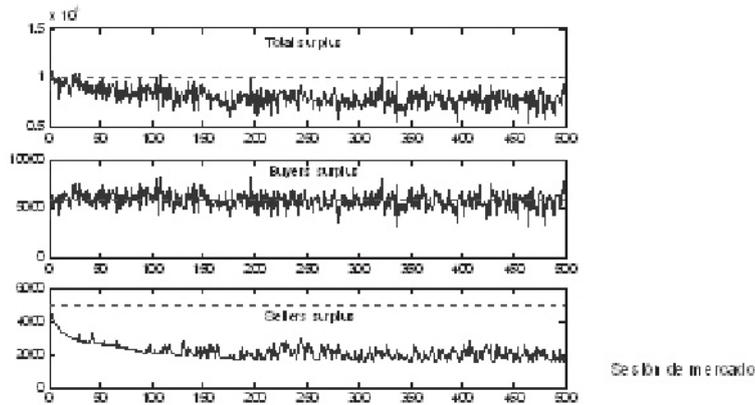
**Figura 1.** Efectos de la estimación de la calidad sobre la demanda. La distribución de calidad utilizada para esta imagen es una uniforme  $U[0, 2]$ . Se representa la demanda inicial ( $t = 0$ ), así como la demanda tras 10, 2.000, y 4.000 sesiones, donde la evolución es ya muy lenta.

La figura 2 muestra la evolución correspondiente en precio, cantidad intercambiada y calidad media esperada. Todas estas variables caen por debajo de las condiciones de referencia. En la figura 3 podemos ver la evolución de excedentes, y puede apreciarse la pérdida de eficiencia. Debido a la caída de los precios, las mayores pérdidas de excedente (beneficios) corresponden a los vendedores.



**Figura 2.** Efectos de la variabilidad en la calidad sobre los precios (superior), ventas (medio) y calidad media esperada (inferior). La situación de referencia (sin variabilidad) es precio 100,5, ventas 100 y calidad esperada 1.

La tendencia general (caída de los precios, caída de la calidad esperada, caída de la cantidad negociada, pérdida de eficiencia) se observa en todas las simulaciones, para distintos valores de  $\lambda$  y para las distintas distribuciones de calidad consideradas.



**Figura 3.** Efectos de la variabilidad en la calidad sobre la eficiencia (superior), excedente de los consumidores (medio) y beneficios de los vendedores (inferior). La situación de referencia (sin variabilidad) es eficiencia 10.000, correspondiente a 5.000 en excedente de los consumidores y 5.000 en beneficios de los productores.

Un resultado sorprendente del modelo es que la calidad media de los productos vendidos es siempre la misma, pero la calidad media esperada es cada vez menor. La mayoría de los compradores potenciales perciben una calidad inferior a la real, pese a que su regla de aprendizaje es insesgada. La razón de esta aparente paradoja está en que aquellos compradores que ocasionalmente reciben un producto de baja calidad y reducen sus expectativas pueden dejar de comprar nuevos productos, bien de forma permanente o bien de forma temporal (hasta que el precio descienda lo suficiente), permaneciendo durante largos periodos con bajas expectativas sobre la calidad del producto. Este fenómeno es más fácil de entender si asumimos una oferta horizontal a un precio dado, por ejemplo 50 € (se venden cuantos productos se demanden a 50 €, pero no se vende a menor precio). Si por haber recibido una serie de productos de baja calidad el precio de reserva de un comprador baja de los 50 €, éste dejará de comprar el producto para siempre, permaneciendo con bajas expectativas sobre la calidad del producto. De hecho, este efecto se producirá para cualquier regla de aprendizaje individual que permita que (para una determinada variabilidad en la calidad) el precio de reserva llegue a bajar de ese umbral de 50 €.

Con carácter más general y en unas condiciones ligeramente más restrictivas que las del modelo que aquí presentamos, Izquierdo e Izquierdo (2007) demuestran que si la oferta es constante y aquellos compradores que no adquieren un producto no cambian sus expectativas sobre la calidad del mismo, entonces el número de unidades negociadas debe ser monótono decreciente (la intuición de la demostración está en que, en esas condiciones, la parte extramarginal de la demanda, es decir, la parte situada a la derecha del corte con la oferta, no puede ascender). Este resultado es independiente de la distribución de calidad y de la regla de aprendizaje utilizada.

#### 4. Robustez del modelo ante cambios en el mecanismo de mercado

Este apartado estudia la robustez de los resultados obtenidos ante cambios en el mecanismo de mercado. En particular, se presentan resultados correspondientes a subastas dobles continuas, que son un tipo de mecanismo de mercado utilizado en diversos mercados de acciones y otras instituciones económicas (Duffy 2005).

Siguiendo a Gode y Sunder (1993), seleccionamos agentes zero-intelligence-constrained (ZI-C): compradores que realizan ofertas de compra aleatorias en el rango que va de 0 a su precio de reserva, y vendedores que realizan ofertas de venta aleatorias en el rango que va desde su coste marginal hasta un cierto valor máximo común (ver los detalles del modelo a continuación). Las propiedades de eficiencia de las subastas dobles continuas con agentes ZI-C han sido analizadas por Cliff y Bruten (1997), que también propusieron modificaciones (como los agentes ZIP) buscando mejores representantes del comportamiento humano (Das et al. 2001), pero los agentes ZI-C proporcionan un buen punto de partida para estudiar el efecto de una determinada medida sobre la evolución de una subasta continua. Farmer, Patelli y Zovko (2005) analizan la capacidad predictiva de agentes ZI en mercados financieros utilizando datos de la bolsa de Londres, y modificaciones simples de agentes ZI-C se han utilizado para tratar de entender fenómenos tales como las burbujas o caídas en bolsa observadas en experimentos de mercado en laboratorios (Duffy y Ünver (2006).

Las principales características de este modelo de subasta doble continua son:

- Se tienen 5 compradores y 5 vendedores, ordenados en fila alternando comprador con vendedor. Comenzando por el primer agente (comprador o vendedor), se les pide secuencialmente que presenten una oferta (de compra o de venta). Cada vez que se pregunta al décimo agente se dice que se ha completado una ronda de la subasta.
- El coste marginal para el vendedor  $j$  durante una subasta depende del número de unidades  $n_j$  que haya vendido durante la subasta, conforme a la fórmula  $MaC_j = 1 + 5 n_j$ .
- La calidad  $q$  de cada producto sigue una distribución simétrica centrada en el valor 1.
- El precio de reserva  $R_i$  para el comprador  $i$  durante una subasta depende del número de unidades ( $n_i$ ) que haya comprado durante la subasta y de su calidad esperada ( $\hat{q}_i$ ) en el momento, conforme a la fórmula  $R_i = \hat{q}_i (200 - 5 n_i)$ , con  $\hat{q}_i = 1$  al comienzo de la subasta. Después de cada compra el comprador observa la calidad del producto recién comprado y actualiza su calidad esperada conforme a la fórmula (1).
- Al pedírsele que realice una oferta, el vendedor  $j$  realiza una oferta aleatoria de venta en el intervalo  $[MaC_j, 200]$ ; el comprador  $i$  realiza una oferta aleatoria de compra en el intervalo  $[0, R_i]$ . Se van pidiendo ofertas y la mejor (más alta) oferta de compra así como la mejor (más baja) oferta de venta se van actualizando y recordando hasta que se produce un acuerdo (mejor oferta de compra  $\geq$  mejor oferta de venta). En tal caso, se realiza una transacción entre el comprador y vendedor correspondientes a las mejores ofertas. El precio de la transacción viene marcado por la oferta que primero se realizó (de entre las dos seleccionadas).
- Después de realizar una transacción, se borran las ofertas anteriores y se continúa, comenzando por el siguiente agente de la fila, pidiendo ofertas para la siguiente unidad de producto. Una subasta termina cuando se producen 100 rondas seguidas sin transacciones.

Un resultado sorprendente de las subastas dobles con agentes ZI-C (que se limitan a realizar ofertas aleatorias en un rango en que pueden obtener beneficios) es la elevada eficiencia económica que puede generarse, muy próxima al máximo obtenible y al valor obtenido en experimentos con personas (Gode y Sunder 1993). Además, bajo determinadas condiciones (Cliff y Bruten 1997), a medida que la subasta avanza los precios tienden al nivel de competencia perfecta (punto de cruce de oferta con demanda).

En nuestro modelo de subasta doble, las condiciones de referencia son 100 unidades vendidas y un precio en torno a 100. La tabla 1 muestra el precio final, el número de ventas y la eficiencia en diversas subastas antes de introducir calidad variable. La tabla 2 muestra los resultados correspondientes después de introducir calidad variable ( $q \sim U[0,2]$ ) y aprendizaje individual ( $\lambda = 0,5$ ).

**Tabla 1.** Resultados de varias subastas con calidad constante

	Subasta número						
	1	2	3	4	5	5-105 Media	105-305 Media
Precio final	102.8	99.3	102.1	104.1	96.8	100.7	100.4
Ventas	100	98	98	101	97	99.6	99.7
Eficiencia	100%	99.8%	99.8%	100%	99.6%	99.8%	99.8%

**Tabla 2.** Resultados de varias subastas con calidad variable  $q \sim U[0,2]$  y aprendizaje ( $\lambda = 0.5$ )

	Subasta número						
	1	2	3	4	5	5-105 Media	105-305 Media
Precio final	73.9	87.7	88.7	83.6	68.6	83.3	84.2
Ventas	78	82	88	88	72	79.8	80.8
Eficiencia	77.5%	87.2%	99.4%	92.5%	78.3%	90.5%	91.4%

**Tabla 3.** Calidad estimada al cierre de la subasta. Resultados de varias subastas con calidad variable  $q \sim U[0,2]$  y aprendizaje ( $\lambda = 0.5$ )

Comprador número	Subasta número					
	1	2	3	4	5	1-100 Media
1	0.41	0.82	0.30	0.95	0.46	0.59
2	0.78	0.63	0.59	0.33	0.87	0.58
3	0.71	0.40	0.29	0.60	0.37	0.53
4	1.50	0.75	0.55	0.35	0.52	0.62
5	0.80	1.06	0.43	0.55	0.35	0.58
Media	0.84	0.73	0.43	0.56	0.51	0.58

En resumen, cuando se introdujo calidad variable y aprendizaje individual en este entorno de subasta doble continua con agentes ZI-C, las pautas generales resultantes fueron precios menores, menor calidad percibida, menores ventas y pérdida de eficiencia del mercado. Además, en la mayoría de las subastas, todos los compradores subestiman la calidad real de los productos vendidos (tabla 3). Estos resultados muestran que el fallo de mercado que describimos en este artículo es robusto a cambios en el mecanismo del mercado.

## 5. Conclusiones

Nuestros resultados sugieren una teoría alternativa para explicar los ya clásicos y bien conocidos fallos de mercado causados por incertidumbre en la calidad, normalmente atribuidos a la existencia de información asimétrica. La explicación clásica asume que a un precio dado existe una oferta prioritaria de productos de baja calidad (selección adversa) que conduce a bajas calidades medias e incluso a la desaparición del mercado. En nuestro modelo, sin embargo, incluso manteniendo constante la calidad media del producto vendido, la combinación de variabilidad e incertidumbre en la calidad propician una percepción inferior de la calidad del producto y un fallo en el mercado.

**Referencias**

- Akerlof, G.A. (1970). The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *Quarterly Journal of Economics* 84: 488-500.
- Cliff D.; Bruten J. (1997). Minimal-intelligence agents for bargaining behaviours in market environments. Hewlett-Packard Laboratories Technical Report HPL-97-91.
- Duffy, J. (2005). Agent-Based Models and Human Subject Experiments. *Handbook of Computational Economics*, vol 2. Elsevier, Amsterdam.
- Das, R.; Hanson, J.E.; Kephart, J.O.; Tesauro, G. (2001) Agent-Human Interactions in the Continuous Double Auction. *Proceedings of the International Joint Conferences on Artificial Intelligence (IJCAI-01)*.
- Duffy, J.; Ünver, M.U. (2006) Asset Price Bubbles and Crashes With Near Zero-Intelligence Traders. *Economic Theory* 27: 537-563.
- Farmer, J. D.; Patelli, P.; Zovko, I. I. (2005). The Predictive Power of Zero Intelligence in Financial Markets. *PNAS USA* 102(11): 2254-2259.
- Gode, D.K.; Sunder, S. (1993) Allocative Efficiency of Markets with Zero-Intelligence Traders: Markets as a Partial Substitute for Individual Rationality. *Journal of Political Economy* 101: 119-137.
- Izquierdo, S.S.; Izquierdo, L.R.; Galán J.M.; Hernández, C. (2005). Market Failure Caused by Quality Uncertainty - In Mathieu P., Beaufils, B., and Brandouy, O. (Eds), *Artificial Economics -Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 564.
- Izquierdo, S.S.; Izquierdo, L.R. (2007). The impact of quality uncertainty without asymmetric information on market efficiency. *Journal of Business Research*. In Press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2007.02.010>
- Vriend, N. (2000). An Illustration of the Essential Difference Between Individual and Social Learning, and its Consequence for Computational Analyses. *Journal of Economic Dynamics and Control* 24: 1-19.