

EL AUTOMOVIL EN ESPAÑA. DETERMINANTES SOCIOECONOMICOS DE SU ACEPTACION*

Yolanda POLO, Vicente SALAS

Universidad de Zaragoza

El presente trabajo muestra los resultados del estudio de la difusión del automóvil en España. Junto al alcance y rapidez de difusión se extraen, para cada provincia española, un conjunto de variables que permiten conocer el nivel socioeconómico de sus habitantes; en base a esta información, se analiza en qué medida las diferencias por provincias en la aceptación y difusión del automóvil responden a diferencias en calidad de vida, nivel de renta y expectativas de la población que reside en ellas.

1. Introducción

El hecho empíricamente constatado de que no todos los agentes de un mercado o sistema social adoptan las innovaciones al mismo tiempo, sugiere el interés por el estudio de cuáles son los factores que influyen en la rapidez de adopción y difusión de innovaciones. Este trabajo muestra los resultados del estudio de la difusión del automóvil en España y en particular, el estudio de la influencia de las características socioeconómicas de la población adoptante en el alcance y rapidez de su difusión. Cada provincia peninsular española y Baleares es considerada una unidad de mercado distinta, donde tiene lugar la difusión del automóvil con un alcance y rapidez que se mide a partir del modelo de difusión propuesto por Bass (1969). Junto al alcance y rapidez de difusión, para cada provincia se extraen además variables que permiten conocer el nivel socioeconómico de sus habitantes. Con el estudio de los determinantes socioeconómicos de la difusión del automóvil en España se pretende analizar en qué medida las diferencias en el alcance y la rapidez de la difusión del automóvil entre las provincias españolas responde a diferencias en la calidad de vida, nivel de renta y expectativas de la población que reside en ellas.

La parte más importante de las primeras compras de automóviles se produce en España entre las décadas de los años sesenta y setenta. Bajo esta premisa el estudio se centra en el período comprendido entre 1962 y 1978. Para cada provincia y para el conjunto del territorio nacional, el modelo de adopción de innovaciones propuesto por Bass (1969) se estima a partir de los datos disponibles sobre el parque de automóviles. El modelo relaciona la probabilidad de

* Los autores agradecen la ayuda de la CAICYT (proyecto 3354/83).

primera compra de un producto con la difusión relativa que ha alcanzado el producto hasta ese momento, entre la población de adoptantes potenciales. A partir de la relación básica se demuestra que, si se cumple, las ventas del producto en el tiempo evolucionarán reproduciendo el conocido perfil logístico del ciclo de vida de un producto. De ese perfil se extraen a continuación medidas de rapidez de adopción y difusión, como el tiempo que transcurre hasta que el mercado del automóvil alcanza el 10 por 100 del mercado potencial total y el tiempo que transcurre desde el año en que se alcanza el 10 por 100 y el año en que la difusión alcanza ya el 90 por 100 del mercado potencial. Estos dos tiempos, juntamente con la estimación del mercado potencial, son las tres variables características del proceso de difusión que se relacionarán con las características socioeconómicas de la población.

La selección de las variables con las que se ha medido el nivel socioeconómico de la población adoptante requiere también una explicación previa. Generalmente el nivel social y económico de una población se ha hecho coincidir con el nivel de renta; ello sugiere que el acceso a ciertos servicios sociales, educación, sanidad, cultura..., estará altamente correlacionado con el nivel de renta. Partiendo de un conjunto amplio de indicadores socioeconómicos para las cuarenta y ocho provincias españolas se ha comprobado en qué grado es aceptable o no la hipótesis apuntada. La conclusión ha sido que para obtener una estimación suficientemente informativa del nivel socioeconómico de la población española se necesitan tres clases de variables agrupadas en torno a los tres factores que extrae el análisis factorial realizado a partir de once indicadores socioeconómicos. Estos tres factores se han denominado «calidad de vida», «renta» y «expectativas», atendiendo a los indicadores que se agrupan en cada uno.

Entre la literatura previa sobre difusión de innovaciones se encuentran trabajos con objetivos y metodología similar al que aquí se presenta. Sin embargo, existen también diferencias importantes. Griliches (1957), Mansfield (1961), Nabseth y Ray (1974), Davies (1979), estudian la difusión de innovaciones y sus determinantes, pero en su investigación los agentes adoptantes son empresas, la innovaciones corresponden a procesos productivos y, por tanto, la decisión de innovar responde a cálculos económicos en términos de rentabilidad y riesgo. Rogers (1982, cap. 7) hace un extenso balance de los resultados obtenidos en los estudios sociológicos de la difusión de innovaciones cuando la población adoptante son particulares, pero en ellos las características de la población adoptante se miden directamente sobre los agentes individuales y no en valores medios de un colectivo como ocurre en el presente trabajo. Téngase en cuenta que si existen diferencias importantes en el grado de dispersión de las variables socioeconómicas y de las variables que miden el alcance y rapidez de la difusión entre provincias, es previsible que la capacidad explicativa de los modelos propuestos para relacionar rapidez de difusión y características socioeconómicas a partir de valores medios provinciales de las variables, sea menor. En segundo lugar es necesario recordar que la difusión se produce a lo largo de un período de tiempo dentro del cual es previsible que tengan lugar cambios en las características de la población. La incorporación de la variable crecimiento de

la renta entre las explicativas de la rapidez de difusión pretende tener en cuenta los mencionados cambios¹.

El apartado segundo muestra los principales resultados obtenidos de la medición de las variables de difusión para las cuarenta y ocho provincias. En el apartado tercero se presentan los resultados del proceso seguido para llegar a seleccionar las variables con las que se mide el nivel socioeconómico de la población. Las dos clases de variables se relacionan en el apartado cuarto dedicado al análisis de los determinantes de la difusión. El trabajo termina con las conclusiones a modo de resumen.

2. Difusión del automóvil en España

El automóvil, contemplado aquí como producto de consumo duradero, ha sido una innovación con gran impacto social. Este hecho, unido a la posibilidad de disponer de estadísticas sobre el número de vehículos matriculados en cada provincia española, ha motivado que fuera elegido como caso ejemplar para el estudio de las evidencias empíricas sobre los factores socioeconómicos de la población compradora que influyen en la rapidez de su adopción y difusión.

El gráfico 1 muestra la evolución en el tiempo del perfil de ventas anuales de automóviles en España entre 1962 y 1978. En el mismo gráfico se muestran también el perfil de ventas previsto por el ajuste del modelo de Bass (1969), cuya adscripción analítica y aplicación empírica se presenta en el Apéndice. La observación de la representación gráfica muestra que la difusión del automóvil en España responde al perfil logístico del ciclo de vida, similar al que se observa para la categoría general de productos de consumo duradero en otros mercados. En la primera fase, introducción, la adopción se produce a un ritmo lento, hasta que superado un cierto umbral el crecimiento, primero acelerado y después desacelerado, sitúa a las ventas por unidad de tiempo en un nivel relativamente estable, madurez. Si el producto no se hiciera obsoleto y por tanto no hubiera reposición, a la madurez le sucedería el declive, fase en que las ventas serían progresivamente menores, hasta llegar a cero cuando toda la población de compradores potenciales hubiera ya adoptado el producto. Puesto que el automóvil es un producto sujeto a reposición y renovación, en las fases finales de su ciclo de vida pueden superponerse las compras de primeros usuarios con las de aquéllos que reponen un automóvil comprado con bastante anterioridad, con lo cual la fase de descenso en las ventas anuales puede no ser observable a partir de datos agregados en los que se incluyen primeras compras y reposiciones.

¹ Otra hipótesis implícita en estos trabajos donde se estudia la difusión de innovaciones desde los factores de demanda que influyen en la decisión de compra, es suponer que los factores de oferta son similares en todos los mercados estudiados y/o no distorsionan o influyen con sus diferencias el comportamiento de variables de demanda. En algunos resultados obtenidos destacaremos la posible incidencia de factores de oferta no homogéneos entre provincias.

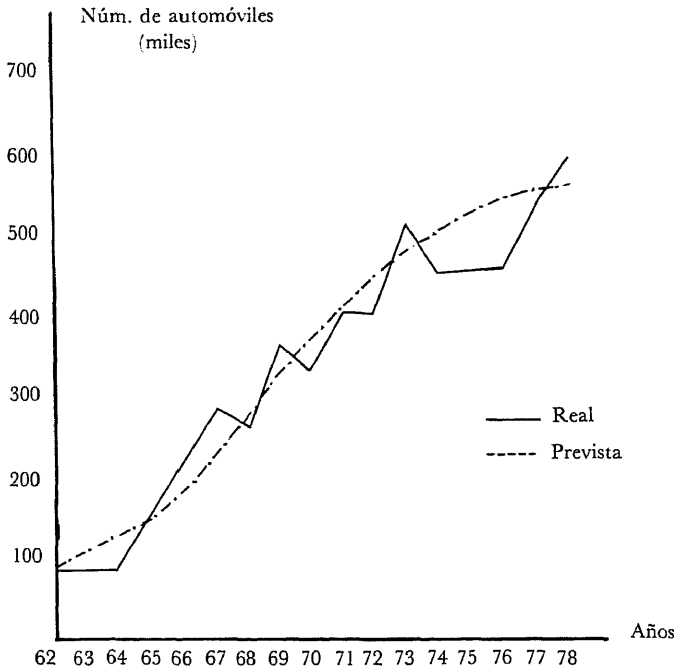


Gráfico 1. Ventas anuales de automóviles en España, 1962-1978, y ventas previstas según el modelo de Bass (1969). Fuente: *Anuario del Mercado Español* (BANESTO). Varios años

Los perfiles de ventas anuales y acumuladas se repiten para cada una de las cuarenta y ocho provincias españolas y a lo largo del mismo período, 1962-1978. El modelo se estima a partir de estos datos para las cuarenta y ocho provincias. Los resultados de la estimación se muestran en el Apéndice.

El modelo de Bass queda caracterizado por tres parámetros: el parámetro p identificado como parámetro de innovación, el parámetro q o parámetro de imitación y el mercado potencial, M . Para evitar que M sea sensible a las variaciones en la población, lo referiremos a parque potencial de automóviles por cien habitantes.

Los parámetros p , q y M podrían considerarse inicialmente como las medidas de difusión que interesa explicar. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que p , q y M son valores estimados en un proceso dividido en dos etapas y, por tanto, razonablemente deben estar sujetos a errores de medición que afectarán especialmente a p y q , pues sus valores absolutos son muy pequeños. En segundo lugar, y más importante, no existe una relación clara entre rapidez de difusión y valores de los parámetros p , q y M del modelo de Bass.

Por estas razones el proceso de difusión del automóvil ha sido caracterizado por variables que miden de forma directa la aceptación y difusión de la innovación. En primer lugar se considera a M como una medida de la aceptación final de la

innovación en el sistema social, mercado, una vez concluido el proceso de difusión; un mayor valor de M será indicativo de que el automóvil será finalmente adoptado por una mayor proporción de la población y, por tanto, podremos concluir que alcanza mayor difusión. Junto a la difusión final que se mide a través de M interesa conocer también el tiempo necesario para alcanzarla y que se refleja en el perfil logístico de las ventas por período, ciclo de vida de la innovación. Este tiempo ha sido dividido en dos partes, tiempo de aceptación y tiempo de difusión.

El tiempo de aceptación aproxima la duración de la fase de introducción del ciclo y se mide por el número de años que se tarda hasta que el automóvil penetra en un 10 por 100 de su mercado potencial. Como en 1962, año en que se obtienen los primeros datos estadísticos, la penetración alcanzada es distinta entre unas provincias y otras, el tiempo de aceptación se ajusta por estas diferencias. La medida de tiempo de aceptación utilizada en el trabajo se expresa por:

$$\text{Tiempo de aceptación} = \frac{\text{Tiempo necesario para conseguir un 10 por 100 de penetración}}{\text{Tiempo necesario para conseguir la penetración observada en 1962}}$$

A través de esta fórmula de medición se homogeneiza el momento inicial en que se introduce el automóvil en las diferentes provincias. Cuanto mayor sea el tiempo de aceptación, más larga habrá sido la fase de introducción del producto y menor será el porcentaje de «población innovadora» o primeros adoptantes en el sentido de Rogers (1982, pág. 247).

El tiempo de difusión se mide por el número de años que transcurren a lo largo de las fases del ciclo de vida que aproximadamente representan el crecimiento, la madurez y, tal vez, parte del declive. Para medirlo utilizaremos la expresión:

$$\text{Tiempo de difusión (en años)} = \frac{\text{Tiempo necesario para que la penetración alcance el 90 por 100}}{\text{Tiempo necesario para conseguir un 10 por 100 de penetración}}$$

Un mayor valor del tiempo de difusión será indicativo de que entre la población adoptante habrá una mayor proporción de «rezagados» y «últimas mayorías», también en terminología de Rogers, comparativamente con los que habrá en otro mercado con menor tiempo de difusión.

Para medir estos tiempos se utiliza la función $F(t)$ del modelo de Bass, una vez estimados los parámetros p , q y M para cada provincia. El tiempo de difusión, por ejemplo, se obtiene resolviendo para $t_{10\%}$ y $t_{90\%}$ las ecuaciones:

$$0,10 = F(t_{10\%})$$

$$0,90 = F(t_{90\%})$$

y posteriormente calculando la diferencia entre los dos tiempos así obtenidos.

El cuadro 1 muestra una síntesis de las variables más representativas del proceso de difusión del automóvil en las provincias españolas, parámetros del modelo de Bass y tiempos de aceptación y difusión. Particular mención debe hacerse acerca de las diferencias interprovinciales entre los valores estimados para el mercado potencial del automóvil. El mayor valor estimado de M corresponde a Madrid con 67,7 automóviles por cien habitantes, seguido de Barcelona con 55,2 y Gerona con 49,0. En el otro extremo, los valores más bajos se obtienen para Ciudad Real con 12,5, Jaen con 14,2 y Almería con 17,3. Comparando estos resultados con los que proporcionan estudios europeos sobre el mercado potencial del automóvil, en los que se dan cifras de 40/50 automóviles por cien habitantes para Suiza y Francia, 40/60 para Alemania y el Reino Unido², se observa que en España existen provincias con mercados potenciales previstos similares a los niveles medios europeos, pero otras provincias están muy lejos de ellos. Para que el mercado potencial promedio para España se aproxime al europeo será necesario que el automóvil aumente su penetración en las provincias que ocupan los últimos lugares en M estimado.

CUADRO 1
Resumen de las estimaciones de las medidas de difusión

Estimaciones provinciales				
	Valor medio	Desviación típica	Valor mínimo	Valor máximo
Mercado potencial (M)	28,0	11,8	12,6	67,7
Parámetro de innovación (p) . . .	0,004	0,002	0,001	0,008
Parámetro de imitación (q)	0,213	0,031	0,146	0,281
Tiempo de aceptación	4,30	1,22	0,740	8,92
Tiempo de difusión	19,4	2,60	15,30	27,21

3. Características socioeconómicas de la población adoptante

La literatura sobre difusión de innovaciones ha establecido una relación positiva entre nivel socioeconómico de la población adoptante y rapidez en la difusión de las innovaciones³. Para comprobar en qué grado se produce esta asociación en la difusión del automóvil en el mercado español, es preciso obtener una medida representativa de nivel socioeconómico para la población de cada una de las provincias españolas.

Entre las medidas que a priori pueden considerarse más adecuadas para estimar el nivel socioeconómico de la población destaca el nivel de renta. La ventaja de esta variable es su disponibilidad estadística y la referencia explícita

² Véase O.C.D.E. (1982).

³ A veces esta relación ha sido establecida recurriendo a argumentos intuitivos. Para los productos de consumo duradero existen, no obstante, modelos teóricos que relacionan formalmente la decisión de compra con variables económicas como la renta y el crecimiento de la renta, Bonus (1973).

que se hace a su influencia sobre la difusión en trabajos anteriores. Veamos si efectivamente la renta recoge toda la información relevante para caracterizar el nivel socioeconómico de la población española.

En el cuadro 2 se muestra una lista de variables que se incluyen en la mayoría de los catálogos propuestos para recoger de forma cuantitativa el nivel de bienestar colectivo de una población. Entre ellas se incluyen variables que indican acceso a servicios sociales (educación, sanidad), nivel de renta y riqueza personal (ingresos per cápita, depósitos bancarios, teléfonos, consumo de electricidad), y grado de dinamismo económico (población agraria y analfabetismo, en sentido negativo, y crecimiento de la renta, en sentido positivo).

CUADRO 2
Variables socioeconómicas seleccionadas

Variables	Año de medición
Número de alumnos por mil habitantes*	1973
Número de centros escolares por mil habitantes*	1973
Población ocupada en la agricultura en tanto por ciento sobre el total*	1973
Habitantes por médico*	1973
Consumo de electricidad (kw/habitante/año)*	1973
Ingresos per cápita (pesetas)*	1962 y 1973
Tasas de analfabetismo (población de 15 a 60 años)*	1973
Tasa de crecimiento en ingresos per cápita (promedio)**	1962-1978
Teléfonos por mil habitantes*	1973
Gasto medio anual per cápita en enseñanza (pesetas)*	1973
Depósitos bancarios (pesetas/habitante)*	1973

Fuentes: *Anuario Económico y Social de España, 1977; **Renta Nacional de España y su distribución provincial (Banco de Bilbao).

Junto a cada variable se indica también el año en que se ha realizado su medición, procurando, en función de las estadísticas disponibles, que fuera un año intermedio dentro del período 1962-1978 en que tiene lugar la difusión estudiada.

Nuestro interés radica en comprobar en qué medida los ingresos per cápita recogen o no toda la información sobre el nivel socioeconómico de la población, que está detrás de la lista más amplia y representativa de variables. El análisis factorial es la metodología elegida para llevar a cabo esta comprobación. El cuadro 3 muestra los resultados de este análisis⁴. Los factores seleccionados corresponden a los tres con raíz característica mayor que uno; la proporción de la varianza total explicada por los tres factores se eleva al 74 por 100 y la alta comunalidad de las variables con los factores indica que la información de cada una de ellas está sustancialmente recogida en los tres factores elegidos. Las correlaciones de las variables con los factores se han calculado después de la rotación ortogonal de éstos.

⁴ Análisis realizado con el programa estadístico del BMPD.

CUADRO 3
Resultados de análisis factorial para el conjunto
de variables socioeconómicas

Variables	Factor 1 «Calidad de vida»	Factor 2 «Renta»	Factor 3 «Expectativas»	Comunalidad
Número de alumnos	0,799	0,000	0,000	0,716
Centros escolares	0,857	0,000	0,000	0,778
Habitantes por médico	-0,863	0,000	0,000	0,800
Gastos en enseñanza	0,591	0,609	0,000	0,733
Ingresos per cápita	0,000	0,849	0,000	0,738
Consumo de electricidad	0,000	0,711	0,000	0,565
Teléfonos instalados	0,522	0,601	-0,478	0,862
Depósitos bancarios	0,498	0,694	-0,286	0,811
Crecimiento de los ingresos	0,000	0,000	0,783	0,630
Analfabetismo	-0,440	-0,365	-0,621	0,705
Población Agraria	-0,450	-0,423	0,639	0,790
Proporción de varianza expli- cada (acumulada)	0,470	0,634	0,740	

Las correlaciones de las variables con los factores inferiores a 0,250 han sido sustituidas por ceros.

El primer factor extraído tiene correlaciones elevadas con las variables que asociamos genéricamente con variables de nivel o calidad de vida en cuanto recogen la oferta de servicios sociales y públicos a que tiene acceso la población, educación, sanidad, comunicaciones; por ello se le ha calificado como factor de «calidad de vida». El segundo factor muestra la correlación más elevada con los ingresos per cápita, además de otras variables de riqueza y bienestar material como los depósitos bancarios y el consumo de electricidad; la denominación de «renta» para este factor trata de resumir este significado. Por último, el tercero, «expectativas», tiene una alta correlación con el crecimiento de los ingresos per cápita, además de con la población agraria y con el analfabetismo (negativa); sin embargo, estas dos últimas variables muestran correlaciones también significativas con los otros dos factores, por lo que su asignación exclusiva a uno de ellos está menos justificada.

La conclusión más relevante del análisis factorial es que, de acuerdo con sus resultados, no es posible afirmar que los ingresos per cápita de la población sean una variable suficientemente informativa del nivel socioeconómico de la población española. Por el contrario, para capturar toda la información que se contiene en las variables asociadas con el nivel socioeconómico de la población se necesitan tres factores o categorías de variables. A partir de este resultado se ha optado por resumir el nivel socioeconómico de la población adoptante en tres variables principales, centros escolares por mil habitantes, ingresos per cápita y crecimiento medio anual de los ingresos per cápita. La primera de ellas recoge toda la información contenida en las variables que tienen una alta correlación con el factor de calidad de vida y, por tanto, con ella misma; debe interpretarse como una variable que recoge tanto el nivel educativo de la

población adoptante como otras variables de bienestar social (servicios sanitarios, comunicaciones). Similar comentario es válido para la variable ingresos per cápita y su información sobre el nivel de riqueza de la población. En cuanto a la variable crecimiento de los ingresos debe tenerse en cuenta que al referirse a ingresos per cápita su variación positiva puede producirse tanto por aumento del numerador, renta, como por disminución del denominador, población. Es bien sabido que en el período comprendido entre 1965 y 1975 se produce en España un gran movimiento migratorio de las provincias más agrarias a las zonas de expansión industrial. La coincidencia de porcentaje de población agraria y crecimiento de los ingresos, con altas correlaciones positivas en el tercer factor puede tener esa explicación y no la que a priori parece sugerirse de que el crecimiento de la renta se ha producido por un crecimiento relativamente mayor de la renta agraria total. Teniendo en cuenta las mencionadas coincidencias y para aumentar la información contenida en las variables explicativas, la población agraria se añade entre las variables socioeconómicas como información complementaria al crecimiento de la renta.

4. Relación entre variables de difusión y variables socioeconómicas

Para analizar esta relación se utilizará la metodología de la regresión multivariante. Cada una de las variables seleccionadas como representativas del alcance y rapidez de la difusión se relacionará con variables socioeconómicas de la población adoptante.

La relación se estudiará separadamente para cada una de las tres variables elegidas como medida de difusión.

4.1. Mercado potencial

El modelo de regresión estimado por mínimos cuadrados ordinarios para explicar las diferencias interprovinciales en el mercado potencial de automóviles por habitante es el siguiente,

$$\text{Mercado potencial} = 0,10 + 1,19 \text{ Centros} + 23 \times 10^{-7} \text{ Ingresos} - 37 \times 10^{-4} \text{ Población agraria}$$

(1,08) (2,22)^b (2,73)^a (-4,41)^a

$$\bar{R}^2 = 0,53 \quad ; \quad F = 18,70 \quad ; \quad n = 48$$

donde entre paréntesis aparece la *t* de Student del estimador y *a*, *b* y *c* indican los niveles de significación al 99 por 100, 95 por 100 y 90 por 100, respectivamente; \bar{R}^2 es el coeficiente de determinación corregido, *F* el estadístico de Fisher y *n* el número de provincias.

Los resultados del ajuste son bastante satisfactorios, dada la naturaleza de la información estadística disponible, en cuanto se explica más de la mitad de la

varianza de la variable dependiente y todas las variables que aparecen en el modelo estimado son significativas al menos al 95 por 100⁵. Analizando el signo del coeficiente de cada variable independiente se comprueba que la calidad de vida (recogida en la variable centros escolares) y los ingresos contribuyen positivamente a que el automóvil tenga a largo plazo una mayor difusión entre la población (mayor mercado potencial). La población agraria, en cambio, está negativamente asociada con el mercado potencial y puesto que esta población residirá sobre todo en núcleos rurales, puede afirmarse que el automóvil tiene en España un mercado potencial primordialmente urbano, considerando que debe existir una correlación negativa muy alta entre población residente en núcleos urbanos y porcentaje de población empleada en agricultura.

La difusión del automóvil está positivamente relacionada con el nivel socioeconómico de la población española, resultado que debe añadirse a los trabajos previos que ya han detectado esta relación, Rogers (1982, cap. 7). Obsérvese también que el modelo estimado confirma la necesidad de incluir otras variables, además de los ingresos, para medir el nivel socioeconómico de la población. El automóvil en España alcanza una mayor difusión a largo plazo entre la población con mayor nivel de renta, mayor calidad de vida (acceso a servicios sociales como educación) y, para unos valores dados de las dos variables anteriores, entre la población no empleada en la agricultura y que reside presumiblemente, en núcleos urbanos.

4.2. *Tiempo de aceptación*

Decíamos que esta variable mide los años desde 1962 hasta que el automóvil se difunde en un 10 por 100 de su mercado potencial. Se trata de acercarnos a medir la duración aproximada de la fase de introducción del automóvil en cada provincia. Al situarse esta fase en unos años bastante alejados del momento en el tiempo en que se miden las variables socioeconómicas incluidas en el cuadro 1, al menos en aquellas que sea posible, trasladaremos su año de medición a principios de los años sesenta.

La elección del modelo de regresión que explica las diferencias interprovinciales en el tiempo de aceptación del automóvil no ha sido tan fácil como en la variable anterior. Por ello se ha optado por representar diferentes modelos y

⁵ Una forma alternativa de proceder hubiera sido utilizar los «factor scores» obtenidos en el análisis factorial como variables explicativas. A modo ilustrativo, el modelo resultante de este modo es:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Mercado} & = & 0,28 & + & 0,060 & \text{Calidad} & + & 0,063 & \text{Renta} & - & 0,04 & \text{Expectativas} \\ \text{potencial} & & (28)^a & & (5,9)^a & \text{de vida} & & (6,23)^a & & & (-3,74)^a \end{array}$$

El ajuste es superior, pero los resultados esenciales se mantienen, por lo que se prefirió el procedimiento seguido en el texto y evitar problemas de interpretación de los resultados detectados en el uso de los componentes principales para corregir la colinealidad.

entre todos extraer algunas conclusiones. Los modelos estimados se muestran en el cuadro 4. Recordemos que un signo positivo (negativo) en los coeficientes de regresión indica que la variable se asocia con fases de introducción más largas (cortas), lo cual nos indicará que el automóvil tuvo una aceptación más lenta (rápida) en las provincias con mayores (menores) valores de la variable independiente. Las estimaciones econométricas presentadas en el cuadro 4 muestran cambios sustanciales en los niveles de significación de las variables individuales, si bien sus signos se mantienen, así como de los modelos en su conjunto, según cuales sean las variables explicativas incluidas en dichos modelos.

El crecimiento de los ingresos es la variable más significativa y la que más contribuye a explicar el tiempo de aceptación. Su coeficiente positivo indica que las provincias con tasas más altas de crecimiento en los ingresos per cápita son las que tienen tiempos de introducción más largos y, por tanto, aceptan más lentamente el automóvil. Este resultado no tiene una interpretación clara si no se considera que la variable crecimiento de la renta incorpora información sobre otras variables con las que está altamente correlacionada. Estas son, los ingresos per cápita en 1962 y el porcentaje de población en la agricultura.

Cuando la variable crecimiento de los ingresos se sustituye primero por los ingresos per cápita y después por el porcentaje de población empleada en la agricultura, las dos variables se hacen significativas aunque de signo contrario, la primera con signo negativo y la segunda con signo positivo. Las tasas de crecimiento medio de la renta han sido mayores en las provincias que partían de unos niveles de renta más bajos; a este crecimiento ha contribuido también la mayor emigración de población ocurrida en las provincias con más población agraria y a su vez más desfavorecidas en renta en 1962 (la renta tampoco es significativa en el modelo con la población agraria). En la variable crecimiento de los ingresos per cápita se recoge, por tanto, la información sobre las disparidades de los ingresos entre provincias en 1962 (en relación inversa, es decir, más crecimiento menor renta), y la información sobre importancia del empleo agrario (en relación directa). A través de su coeficiente de regresión positivo se recoge la conclusión de que el nivel de ingresos y el empleo no agrícola fueron factores que actuaron positivamente para que el automóvil fuera aceptado con mayor celeridad por la población española. La fuerte correlación entre las dos variables impide separar los efectos de cada una, si bien el modelo [A5] parece sugerir que la ruralización es un factor negativo en la aceptación de la innovación⁶.

Por último, la variable centros escolares aparece siempre con un coeficiente de regresión negativo, si bien sólo muestra alguna significación en el modelo [A2]. Puede afirmarse, por tanto, que la educación y calidad de vida en general que recoge esta variable, se asocia positivamente con períodos de aceptación más cortos, con lo cual, si se tiene en cuenta la correlación del mismo signo para la renta, se concluye que el status socioeconómico de la población aparece positi-

⁶ No se tienen en cuenta factores de oferta que pueden haber influido negativamente en este retraso, como, por ejemplo, que las zonas rurales tuvieran menor acceso a canales de distribución y servicios postventa.

CUADRO 4
Modelos explicativos del tiempo de aceptación

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constante	5,48 (8,20)	-1,56 (-1,0)	3,49 (4,26)	-0,87 (-0,47)	3,59 (3,14)	-1,12 (-0,62)
Centros	-0,86 (-0,10)	-9,17 (-1,44) ^c	-2,85 (-0,40)	-5,24 (-0,70)	-2,4 (-0,30)	-5,04 (-0,65)
Ingresos, 1962	-5×10^{-5} (-1,95) ^b			-25×10^{-6} (-1,0)	-46×10^{-7} (-0,13)	-69×10^{-7} (-0,23)
Crecimiento de los ingresos		0,32 (4,15) ^a		0,29 (3,70) ^a		0,26 (3,13) ^a
Población agraria			0,031 (2,86) ^a		0,030 (2,0) ^b	0,013 (0,90)
\bar{R}^2	0,07	0,27	0,15	0,27	0,13	0,27
F	2,72	9,69	5,0	6,80	3,3	5,38
n	48	48	48	48	48	48

vamente asociado con una mayor rapidez en la aceptación de la innovación del automóvil.

4.3. *Tiempo de difusión*

Como ya se indicó anteriormente, este tiempo se mide por el número de años que transcurren entre el momento en que la difusión del automóvil alcanza el 10 por 100 de su mercado potencial y el momento en que esta proporción se sitúa en un 90 por 100 del mercado. En términos del ciclo de vida recogemos, aproximadamente, las fases de crecimiento y madurez, una vez la innovación se ha afianzado tras su fase de introducción.

El modelo de regresión estimado para explicar esta variable es:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de} &= 22,9 + 45,75 \text{ Centros} - 32 \times 10^{-6} \text{ Ingresos} - \\ \text{difusión} &\quad (4,8)^a \quad (3,0)^a \quad (-1,30) \\ &- 0,42 \text{ Crecimiento} + 0,97 \text{ Tiempo de} \\ &\quad (-2,00)^b \text{ ingresos} \quad (2,80)^a \text{ aceptación} \\ \bar{R}^2 &= 0,25 \quad ; \quad F = 3,67 \quad ; \quad n = 48 \end{aligned}$$

De nuevo coeficientes positivos (negativos) indican que la variable explicativa se asocia con fases de crecimiento y madurez más largas (cortas), es decir, el mercado tarda más (menos) tiempo en alcanzar su saturación en aquellas provincias con un mayor (menor) valor de la variable independiente. El crecimiento de los ingresos y el tiempo de aceptación se asocian positivamente con períodos más cortos de difusión del producto. Este resultado confirmaría empíricamente la predicción sobre el signo de la incidencia de la variable crecimiento de la renta sobre la rapidez de difusión que se desprende de los modelos de decisión de compra aplicados a productos de consumo duradero, Davies (1979, pág. 34). El signo positivo del coeficiente de la variable tiempo de aceptación sugiere que las provincias con una introducción más larga son también las que tienen períodos de crecimiento y madurez más largos.

La variable ingresos tiene un coeficiente estimado de signo negativo, pero no es significativa. De acuerdo con este resultado, no puede concluirse que el nivel de renta influya en la rapidez de difusión. Adviértase, no obstante, el carácter estático de la variable ingresos, y su sensibilidad al momento en que se hace la medición.

El resultado empírico más destacado es la asociación positiva y significativa entre la variable centros escolares y tiempo de difusión; esta asociación indica que las provincias con mayor nivel de servicios que hemos identificado como calidad de vida, muestran tiempos de difusión más largos, es decir, se acercan más lentamente a los niveles de saturación del mercado. Este resultado puede explicarse, en primer lugar, por la asociación negativa que se detecta entre la variable centros y el parámetro q que en el modelo de Bass representa la presión

que los adoptantes previos ejercen sobre la decisión de compra de los que todavía no han adoptado en un momento determinado⁷. Para un valor dado del parámetro de innovación p , la rapidez de difusión depende directamente del valor de q . Todo ello permite afirmar que la población con mayor calidad de vida está menos influida por la imitación en su decisión de compra y, por tanto, entre ellos la difusión se produce más lentamente.

En segundo lugar, la calidad de vida puede indicar una mayor dispersión en las preferencias de la población adoptante; en los modelos de probit de decisión de compra para productos de consumo duradero, Bonus (1973), se demuestra que la difusión es más lenta cuanto mayor sea la dispersión de gustos entre la población adoptante, por lo que, si se cumple la primera premisa sobre la calidad de vida y dispersión de preferencias, habríamos encontrado una segunda explicación para la asociación negativa entre calidad de vida y rapidez de difusión.

5. Conclusiones

Por qué las innovaciones muestran diferentes niveles de difusión, así como diferencias en los tiempos que tarda en alcanzarse dicha difusión, son preguntas relevantes que han interesado a prácticos e investigadores. El automóvil es una innovación importante que alcanza en España los mayores ritmos de difusión entre los años sesenta y setenta, cuando se produce la mayor proporción de primeras compras. Este trabajo ha pretendido cuantificar el proceso de difusión del automóvil en las diferentes provincias españolas, resumiéndolo en las medidas objetivas de mercado potencial, tiempo de aceptación y tiempo de difusión que posteriormente han sido relacionadas con variables socioeconómicas relativas a la población adoptante. Algunas conclusiones significativas del trabajo son las siguientes:

- a) Existen diferencias sustanciales en las medidas de difusión de unas provincias y otras, todas ellas obtenidas a partir del modelo de difusión de Bass (1969) cuya estimación en las provincias españolas permite obtener resultados muy satisfactorios en términos de bondad del ajuste. Particular mención merece la dispersión observada en los mercados potenciales por cien habitantes, con provincias que no alcanzan el 20 por 100 frente a otras que superan el 60 por 100. La diferencia entre los niveles medios de mercado potencial de automóviles en España frente a otros países europeos podría explicarse en parte por esta dispersión tan elevada; es decir, el nivel de

⁷ El modelo de regresión que relaciona el valor de q con los centros escolares para un tiempo de iniciación dado muestra el siguiente resultado:

$$\ln q = -1,9 - 0,28 \ln \text{Centros} - 0,08 \text{Tiempo de} \\ (-5,7)^a \quad (-2,12)^b \quad (-2,61)^a \text{ aceptación} \\ \bar{R}^2 = 0,14 \quad ; \quad F = 4,8 \quad ; \quad n = 48$$

difusión potencial medio del automóvil en España se acercará al europeo cuando se reduzcan las diferencias tan marcadas entre unas provincias y otras.

- b) El nivel socioeconómico de la población adoptante, variable que se utiliza para explicar diferencias en el nivel de difusión de una innovación, es un término ambiguo que al menos para los datos españoles tiene una significación tridimensional en la que la renta per cápita sólo recoge una de las dimensiones; calidad de vida (entendida como acceso a servicios sociales), y expectativas de renta futura son las otras dos dimensiones encontradas. La relevancia de esta concepción tridimensional se pone de manifiesto en el análisis empírico de los determinantes socioeconómicos de la difusión.
- c) El mercado potencial del automóvil aparece positivamente relacionado con variables de calidad de vida, y particularmente con la oferta de servicios escolares para la población, así como con el nivel de renta. Su correlación es negativa con el porcentaje de población en agricultura, y no significativa con el crecimiento de la renta. El nivel sociocultural y el nivel económico de la población actúan positivamente para que el automóvil tenga una mayor penetración en el mercado, a la vez que la urbanización asociada con una menor presencia de empleo en la agricultura y mayor en la industria y los servicios, es un factor positivo y significativo para explicar el nivel de difusión del automóvil en España.
- d) El tiempo de aceptación del automóvil es más corto en provincias con mayor nivel de renta, mayor empleo en industria y servicios y, en menor medida, en provincias con mayor calidad de vida. La población «innovadora» en la tipología de Rogers (1982, pág. 247) parece responder en este caso a una población con mayor nivel de ingresos y que reside en núcleos urbanos (por su empleo en la industria y los servicios). Esta conclusión no ha sido ajustada por factores de oferta que pueden haber retardado la primera fase de introducción del automóvil en zonas rurales; entre ellos la presumible mayor dificultad para acceder a los canales de distribución y a los servicios postventa, en las zonas rurales comparativamente con las zonas urbanas.
- e) Superada la introducción, el tiempo de difusión propiamente dicho es más corto en provincias con una fase de introducción o tiempo de aceptación también más corto; el crecimiento en los ingresos favorece la rapidez de difusión y la calidad de vida está asociada negativamente con la rapidez de difusión. La asociación negativa entre rapidez de difusión y calidad de vida puede venir explicada por la relación inversa que se detecta entre calidad de vida y el valor del parámetro de imitación q , así como por la mayor dispersión en las preferencias de la población adoptante en función de su calidad de vida; un menor valor de q y una mayor dispersión en los gustos de la población, dan lugar a tiempos de difusión más largos, según se desprende de los modelos de decisión de compra que los respaldan.

Estas conclusiones tienen relevancia para el diseño de estrategias comerciales, factores de oferta, con los que influir en la difusión del automóvil. La significación de la variable renta disponible en la explicación del mercado potencial sugiere que las políticas comerciales que promuevan las facilidades de pago pueden incidir positivamente en la expansión del mercado potencial. Un impacto similar tendería a aumentar la aceptación del automóvil en el ámbito rural, probablemente con un diseño del producto adecuado a los usos y funciones que se acostumbra a dar al automóvil en este ámbito. Por último, la menor propensión imitadora de la población con mayor calidad de vida, educación especialmente, puede vencerse haciendo del automóvil un producto más sofisticado y distintivo.

Apéndice: Modelo de Bass

Bass (1969) formula y contrasta un modelo de compra para productos de consumo duradero a partir de dos premisas principales:

1. Sobre el período de tiempo de interés se realizarán « M » compras iniciales del producto.
2. La probabilidad de compra en el momento t , dado que todavía no se ha realizado ninguna compra, es una función lineal del número de compradores previos,

$$p(t) = p + q \frac{Y(t)}{M} \quad [A1]$$

con p y q , constantes, y siendo $Y(t)$ el número de compradores previos hasta t .

Puesto que en el momento cero, $Y(0) = 0$, la constante p refleja la probabilidad de compra inicial en el momento cero; su magnitud refleja la importancia de los innovadores en el sistema social.

El producto $[(q/M)Y(t)]$ refleja la presión que ejercen los compradores previos sobre la decisión de compra corriente; efecto imitación que se estima a través del coeficiente q .

Definiendo por $S(t)$ las ventas del período t , es posible definir la probabilidad de compra en (t) por:

$$P(t) = \frac{S(t)}{M - Y(t)} \quad [A2]$$

Combinando esta definición de probabilidad con la hipótesis inicial del modelo (ecuación [A1]), se obtiene la ecuación diferencial en función de $F(t) = Y(t)/M$ (ventas acumuladas relativas),

$$\frac{S(t)}{M} = \frac{dF(t)}{dt} = p + (q - p)F(t) - q[F(t)]^2 \quad [A3]$$

Resolviendo la ecuación llegamos a:

$$F(t) = \frac{(1 - e^{-(p+q)t})}{\left[1 + \left(\frac{q}{p}\right)e^{-(p+q)t}\right]}$$

y, por tanto,

$$S(t) = Mf(t) = M \frac{dF(t)}{dt} = M \frac{(p+q)^2}{p} \frac{e^{-(p+q)t}}{\left(\frac{q}{p}e^{-(p+q)t} + 1\right)^2} \quad [A4]$$

Donde la función de ventas dada por la ecuación [A4] depende sólo del tiempo.

La estimación de los parámetros a partir de observaciones empíricas requiere utilizar la aproximación discreta a la ecuación [A3],

$$S_t = a + bY_{t-1} + c(Y_{t-1})^2 \quad [A5]$$

Los parámetros originales p , q y M se relacionan con a , b y c , a través de las expresiones:

$$q = -Mc \quad ; \quad p = \frac{a}{M} \quad ; \quad M = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c} \quad [A6]$$

Estimando la ecuación [A5] por mínimos cuadrados se obtienen para cada provincia los valores de \hat{a} , \hat{b} y \hat{c} .

Los resultados se presentan en el cuadro A1 del apéndice. Las estimaciones de los parámetros se realizan con los signos correctos en todos los casos. Los valores entre paréntesis corresponden a la t de Student.

Las cifras de ventas anuales y número de automóviles en circulación para cada provincia se han obtenido del *Anuario del Mercado Español*, publicado por Banesto.

CUADRO A1
Estimaciones provinciales del modelo de Bass
correspondiente a la difusión del automóvil

Provincia	\hat{a} (T)	\hat{b} (T)	\hat{c} (T)	R^2	D.W.
Alava	331,4 (1,56)	0,233 (8,12)	-28×10^{-7} (-4,07)	0,9592	1,89
Albacete	186 (0,84)	0,226 (7,10)	-36×10^{-7} (-4,21)	0,9135	1,25
Alicante	1.992,6 (1,97)	0,217 (7,20)	-7×10^{-7} (-4,17)	0,9171	1,47
Almería	205,5 (1,14)	0,256 (9,22)	-41×10^{-7} (-5,39)	0,9454	1,31
Avila	235,9 (1,90)	0,182 (5,02)	-47×10^{-7} (-2,36)	0,8825	1,65
Badajoz	342,9 (0,75)	0,2135 (5,18)	-22×10^{-7} (-3,14)	0,7845	1,46
Baleares	1.226,5 (0,75)	0,234 (5,09)	-10×10^{-7} (-4,07)	0,7605	1,73
Barcelona	6.247,3 (0,90)	0,212 (6,80)	-1×10^{-7} (-4,75)	0,8827	1,70
Burgos	393 (1,38)	0,214 (6,94)	-22×10^{-7} (-3,71)	0,9112	1,66
Cáceres	292,2 (079)	0,1997 (3,94)	-30×10^{-7} (-2,26)	0,6522	1,56
Cádiz	465 (0,76)	0,253 (7,46)	-17×10^{-7} (-4,98)	0,8924	1,35
Castellón	372,7 (1,91)	0,219 (7,37)	-16×10^{-7} (-3,57)	0,9443	1,71
Ciudad Real	60,65 (0,27)	0,266 (8,80)	-41×10^{-7} (-5,50)	0,9427	1,81
Córdoba	458,5 (0,75)	0,234 (5,98)	-19×10^{-7} (-4,02)	0,8148	1,28
La Coruña	1.074,2 (1,64)	0,227 (8,57)	-8×10^{-7} (-4,26)	0,9543	1,65
Cuenca	211,8 (1,52)	0,183 (4,68)	-40×10^{-7} (-1,97)	0,8771	1,32
Gerona	848,5 (1,27)	0,222 (6,85)	-12×10^{-7} (-4,20)	0,8805	1,90
Granada	498,2 (1,29)	0,196 (5,87)	-18×10^{-7} (-3,35)	0,8701	1,21
Guadalajara	212,3 (1,78)	0,167 (3,91)	-40×10^{-7} (-1,58)	0,8326	1,52
Guipúzcoa	147,5 (0,31)	0,265 (13,24)	-15×10^{-7} (-9,40)	0,9660	1,88
Huelva	49,7 (0,22)	0,284 (9,50)	-45×10^{-7} (-6,24)	0,9318	1,44
Huesca	305 (0,22)	0,233 (7,63)	-45×10^{-7} (-4,85)	0,8878	1,47
Jaén	584,4 (1,77)	0,148 (4,27)	-16×10^{-7} (-2,26)	0,8345	1,68
León	463 (1,09)	0,216 (6,26)	-18×10^{-7} (-3,39)	0,8668	1,54
Lérida	837,7 (2,57)	0,201 (8,12)	-19×10^{-7} (-5,28)	0,9187	1,68

CUADRO A1
Estimaciones provinciales del modelo de Bass
correspondiente a la difusión del automóvil

Provincia	\hat{a} (T)	\hat{b} (T)	\hat{c} (T)	R^2	D.W.
Logroño	185,7) (1,42)	0,235 (11,87)	(-35×10^{-7}) (-6,39)	0,9717	1,63
Lugo	228 (1,49)	0,243 (10,56)	-32×10^{-7} (-5,17)	0,9737	1,90
Madrid	16.056,7 (2,15)	0,152 (4,69)	-8×10^{-8} (-2,58)	0,8239	1,57
Málaga	866 (0,88)	0,256 (5,49)	-15×10^{-7} (-3,77)	0,8094	1,19
Murcia	885 (1,60)	0,197 (6,96)	-9×10^{-7} (-3,28)	0,9390	1,63
Navarra	622 (1,15)	0,212 (6,90)	-13×10^{-7} (-4,02)	0,8878	1,71
Orense	392,7 (1,70)	0,210 (6,63)	-27×10^{-7} (-3,36)	0,9138	1,42
Oviedo	1.834 (1,50)	0,224 (6,36)	-8×10^{-7} (-4,14)	0,7991	1,55
Palencia	263,7 (1,57)	0,180 (7,15)	-37×10^{-7} (-3,12)	0,4639	1,42
Pontevedra	494,7 (1,06)	0,246 (10,62)	-12×10^{-7} (-5,9)	0,9681	1,89
Salamanca	244,7 (0,55)	0,214 (4,84)	-25×10^{-7} (-2,92)	0,7764	1,54
Santander	359,5 (0,78)	0,224 (7,53)	-17×10^{-7} (-4,77)	0,9917	1,64
Segovia	170,9 (1,71)	0,193 (7,01)	-50×10^{-7} (-3,47)	0,9391	1,74
Sevilla	741,8 (0,66)	0,245 (7,86)	-9×10^{-7} (-5,48)	0,8869	1,52
Soria	185,7 (2,39)	0,166 (5,78)	-46×10^{-7} (-2,27)	0,9256	1,85
Tarragona	768,9 (2,10)	0,202 (8,30)	-13×10^{-7} (-4,43)	0,9369	1,52
Teruel	129,8 (2,24)	0,169 (8,78)	-24×10^{-7} (-1,98)	0,9831	1,92
Toledo	416,7 (1,94)	0,221 (8,25)	-6×10^{-7} (-4,26)	0,9415	1,41
Valencia	2.556 (1,44)	0,199 (7,49)	-3×10^{-7} (-4,19)	0,9341	1,69
Valladolid	825,4 (2,11)	0,196 (7,22)	-13×10^{-7} (-3,75)	0,9401	1,74
Vizcaya	785,7 (0,98)	0,228 (11,90)	-7×10^{-7} (-7,89)	0,9676	1,90
Zamora	374,1 (2,00)	0,184 (4,45)	-37×10^{-7} (-2,13)	0,8916	2,2
Zaragoza	1.315,5 (1,53)	0,173 (4,82)	-7×10^{-7} (-2,51)	0,8020	1,55
Toda España	5.428,6 (1,32)	0,202 (5,75)	-2×10^{-8} (-3,45)	0,8927	1,89

Referencias

- Banco de Bilbao: *Renta Nacional de España y su distribución provincial*. Varios años.
- Bass, F. (1969): «A New Product Growth Model for Consumer Durables», *Management science*, núm. 5, vol. 15.
- Bonus, H. (1973): «Quasi-Engel Curves, Diffusion and the Ownership of Major Consumer Durables», *Journal of Political Economy*, May/June.
- Davies, S. (1979): *The Diffusion of Process Innovations*, Cambridge University Press.
- Anuario Económico y Social de España* (1977). Editorial Planeta, Barcelona.
- Editorial Planeta (1977): *Anuario Económico y Social de España*, Barcelona.
- Griliches, Z. (1957): «Hybrid-Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change», *Econometrica*, núm. 25.
- Nabsceth, L., y Ray, G. F. (1974): *The Diffusion of New Industrial Processes. An International Study*, National Institute of Economic and Social Research. Cambridge University Press.
- Mansfield, E. (1961): «Technical Change and the Rate of Imitation», *Econometrica*, núm. 4, vol. 29, octubre.
- O.C.D.E. (1982): *Méthodes de Prévision du Taux de Motorisation et d'utilisation de l'Automobile*, Organisation de Coopération et de Développement Economiques, Mai, Paris.
- Rogers, R. (1982): *Diffusion of Innovations*, Third Edition. New York. The Free Press.

Abstract

The paper shows the results of an empirical investigation of the automovil diffusion in Spain. Variables measuring market potential, speed of adoption and time of diffusion for each Spanish province are related with socioeconomic variables of the adopting population, such as income, quality of life and economic prospects. The results show a general relationship between socioeconomic level of de population and the diffusion of the automovil as an innovation. But some important issues are raised on how to choose the socioeconomic variables and how to interpret some of the results such as the negative asotiation between quality of life and diffusion time detected in the study.

Recepción del original, septiembre de 1986.

Versión final, abril, 1987.