

INNOVACIÓN EN EL TRANSPORTE POR FERROCARRIL: EL TREN DE ALTA VELOCIDAD

VICENTE INGLADA LÓPEZ DE SABANDO

Universidad Carlos III

PABLO COTO MILLÁN

Universidad de Cantabria

CON EL TRANSCURSO DE LOS AÑOS HAN IDO SURGIENDO SUCESIVAS MEJORAS TECNOLÓGICAS E INNOVACIONES EN EL TRANSPORTE QUE HAN DESEMPEÑADO UN PAPEL CLAVE EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y HAN PERMITIDO SATISFACER LAS

83

crecientes demandas de movilidad de los ciudadanos. El factor esencial para el éxito de todas ellas ha sido la importante mejora en las velocidades que ha permitido acceder a lugares más distantes sin aumentar el tiempo de viaje. Todo ello se ha traducido en que el mapa del transporte de viajeros haya cambiado drásticamente con un predominio del automóvil en distancias cortas y medias y del avión en distancias largas.

En este sentido, parece que el ferrocarril, tras haber transcurrido un largo periodo

de tiempo desde que en el siglo XIX fuera un factor esencial para la revolución industrial, ha llegado a su fase de saturación, convirtiéndose en un modo de transporte marginal. En el transporte de viajeros, el tren de alta velocidad se ha convertido en la esperanza de que el ferrocarril pueda recuperar parte del mercado.

En este artículo se estudia el tren de alta velocidad como innovación o mejora tecnológica en el transporte. En el capítulo siguiente se define el concepto de innovación y se describe como han ido emer-

giendo las sucesivas innovaciones en el transporte. Posteriormente se analiza el proceso de desarrollo de un producto a través de las sucesivas fases de su ciclo de vida. En el cuarto capítulo se describen las características del tren de alta velocidad que le diferencian del ferrocarril convencional y le permiten competir con éxito, incluso con modos de transporte más rápidos. En los dos apartados siguientes se analizan, respectivamente, sus ventajas y debilidades, así como las perspectivas futuras. Finalmente, se extraen una serie de conclusiones.

●●●●●●●●●●
**INNOVACIONES
 EN EL TRANSPORTE**

Un hecho clave aparece en el estudio de la movilidad: la constancia secular del tiempo medio diario que las personas destinan al transporte. En este sentido, Bleijenberg (2002), después de analizar numerosas encuestas de movilidad, correspondientes a diferentes países y periodos de tiempo, concluye que el tiempo medio diario destinado al transporte está situado en torno a una hora, con unos valores extremos de 0,8 y 1,2 horas. Partiendo de este hecho básico, el factor esencial para explicar la acelerada evolución de la movilidad y los cambios acaecidos en el reparto modal es el crecimiento exponencial de la velocidad que ha permitido acceder a lugares más lejanos sin aumentar nuestro tiempo de desplazamiento.

Con el transcurso de los años se han ido desarrollando paulatinamente nuevos modos de transporte cada vez más rápidos que permiten afrontar los innovadores avances en los procesos productivos y satisfacer las necesidades surgidas por el acceso a nuevos mercados. Así, en los albores del siglo xx surge el automóvil como medio de locomoción que llega a alcanzar rápidamente una velocidad superior al ferrocarril y se hace predominante en el transporte de viajeros a partir de la década de los sesenta. Su rápido crecimiento se apoya en una extensa red de carreteras y en la fabricación de vehículos cada vez más potentes y cómodos. Paralelamente a este crecimiento del transporte por carretera, la cuota modal del avión aumenta muy significativamente de acuerdo con sus elevadas velocidades que permiten afrontar con gran éxito la restricción presupuestaria temporal.

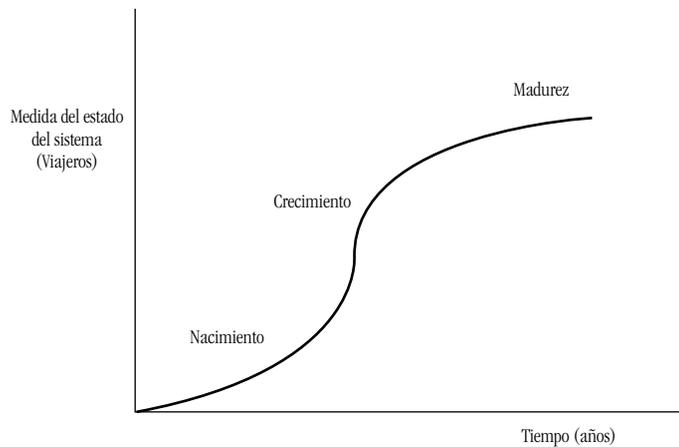
Estas pautas internacionales de crecimiento modal de la movilidad se cumplen también para el caso español. En el cuadro 1 se observa que durante el periodo 1960-2000, el modo de transporte con mayor crecimiento es el aéreo, con una tasa media de crecimiento del 9,60%, seguido de la carretera (7,37%) y finalmente del ferrocarril, con una tasa de crecimiento sensiblemente inferior (2,71%).

**CUADRO 1
 EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA MODAL DE TRANSPORTE
 EN EL PERIODO 1960-2000
 TASA MEDIA ANUAL ACUMULATIVA**

Carretera	Ferrocarril	Avión
7,37	2,71	9,60

FUENTE: Elaboración propia.

**GRÁFICO 1
 CICLO DE VIDA DE UNA INNOVACIÓN**



FUENTE: Elaboración propia.

Cabe señalar que no se ha producido ningún nuevo salto tecnológico en el transporte desde la introducción del avión aunque sí mejoras tecnológicas en los procesos de producción de vehículos, nuevos materiales y, últimamente, la incorporación generalizada en este sector de las tecnologías de información y comunicación. En este sentido, la introducción del tren de alta velocidad representa la respuesta de mejora tecnológica del ferrocarril ante su acelerada conversión en un modo de transporte marginal.

●●●●●●●●●●
CICLO DE VIDA

La evolución de un sistema de transporte —como la de cualquier otro producto— puede analizarse partiendo de la base de que en el ciclo de vida de una tecnología se distinguen tres etapas: nacimiento, crecimiento y madurez o saturación. Después de una primera etapa de desarrollo pausado existe una fase de crecimiento

rápido para finalmente llegar a la saturación y correspondiente pérdida de posición en el mercado. Los ferrocarriles han sobrepasado ya esta última etapa estando en plena fase de madurez.

La curva logística se ajusta satisfactoriamente a este patrón de crecimiento. En el gráfico 1 se representa la evolución del ciclo de vida de una innovación. En el eje de ordenadas se representa la evolución temporal del estado del sistema que se refiere a atributos como los kilómetros de infraestructura, el número de pasajeros o los ingresos generados. La expresión matemática de esta función es:

$$Y_t = \frac{k}{1 + \alpha e^{-\beta t}}$$

El valor máximo (o de saturación) de y_t es k . La curva logística es simétrica alrededor de su punto de inflexión, alcanzando su tasa de crecimiento máxima cuando $y_t = k/2$.

anteriores, aproximándose al 30%. Finalmente, para el caso del autobús, no parece existir un fuerte impacto en los trayectos de largo recorrido (11% de pérdidas), ya que ambos productos son escasamente sustitutivos.

También desde la perspectiva de los costes externos del transporte —contaminación, congestión, etc.—, el AVE ofrece ventajas sobre los otros modos de transporte. Sin embargo, no debe olvidarse que los nuevos viajes generados, junto a su contribución al crecimiento económico, pueden también originar un incremento del coste social.

En este sentido, cabe recordar que la introducción del tren de alta velocidad produce en la demanda de transporte dos efectos claramente diferenciados: inducción y sustitución, que corresponden respectivamente a los viajes que no se habrían realizado si no existiera este nuevo servicio y a los que se habrían desarrollado en otro modo de transporte. Los resultados obtenidos nos muestran la importancia de este efecto inducción que de acuerdo con los estudios realizados representaría cerca del 45% de los viajes en el tren de alta velocidad en el corredor Madrid-Sevilla (Inglada, 1994). Este resultado está en consonancia al obtenido por Nash (1991) para el caso francés del París-Lyon.

DESVENTAJAS

Junto a este numeroso conjunto de ventajas el AVE presenta varias debilidades: En primer lugar, una importante limitación del AVE es que, al igual que el ferrocarril convencional, su grado de cobertura es limitado. Particularmente, si se le compara con el transporte en automóvil que es un modo casi universal. Asimismo, no tiene la ventaja que ofrece el automóvil de poder realizar el viaje sin cambiar de modo de transporte ni la velocidad del avión que es decisiva para los viajes de largo recorrido.

Pero su principal desventaja es el elevado coste de la construcción y mantenimiento de su infraestructura que es prácticamente el doble del correspondiente a una autopista. En este sentido, al comparar con otros modos, la rentabilidad de la alta ve-

CUADRO 3
MOTIVOS DE ELECCIÓN DEL AVE (%)

	Avión	Coche	Tren	Bus	Total
Rapidez/Tiempo	13	42	57	67	30
Puntualidad	4	0	2	0	3
Comodidad	31	35	19	13	29
Precio	19	6	2	2	11
Novedad	11	3	9	3	9
Seguridad/Miedo	6	10	0	0	5
Centro ciudad	4	0	0	0	2
Horarios	6	0	8	10	5
Otros	6	4	3	5	6

FUENTE: Coto e Inglada (2003).

locidad ferroviaria es mucho más dependiente de la densidad de tráfico del corredor ya que la oferta de unidades adicionales de servicio ferroviario incorpora un coste adicional mucho más pequeño debido a un intenso efecto de las economías de escala. También el hecho de transportar únicamente viajeros es un factor que merma su rentabilidad. Por ello, prácticamente en todos los casos el AVE requiere un subsidio del gobierno.

miembros. Todo ello bajo el objetivo básico de la cohesión económica y social.

En esta línea, se han aprobado varios paquetes de medidas que han de contribuir a resolver los importantes problemas existentes, especialmente en relación con los diferentes obstáculos técnicos a los intercambios y a la interoperabilidad de los trenes. Asimismo, desde que en 1985 se inicia el diseño de las Redes Transeuropeas de transporte, se considera prioritarios a los proyectos ferroviarios de alta velocidad.

Esta política de preferencia en la inversión de infraestructuras ferroviarias es la elección adoptada en el actual Plan de Infraestructuras de Transporte del Gobierno de España (Plan 2000-2007, con un escenario presupuestario hasta el 2010), donde el volumen de inversiones destinadas a la infraestructura ferroviaria supera al destinado a inversiones en carreteras, marcándose el ambicioso objetivo de construcción de más de 7.000 kilómetros de red ferroviaria de alta velocidad para el año 2010, lo que colocaría a España en el primer lugar mundial en relación con su longitud de red ferroviaria de altas prestaciones.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Las perspectivas del tren de alta velocidad en Europa son ciertamente optimistas. En el diseño de la política europea de transporte y en los planes de infraestructuras nacionales se le atribuye un papel protagonista. Aunque probablemente los proyectos más rentables ya han sido desarrollados, el aprovechamiento de los efectos red es la clave que justifica la rápida expansión de la red europea de infraestructuras ferroviarias de alta velocidad.

En el Libro Blanco de la Comisión europea (COM, 2001), que define las líneas maestras de la política europea de transporte para esta década, se asigna un papel preferente al tren de alta velocidad en el transporte de viajeros y se propugna la apertura de un proceso de liberalización que mejore la competencia en el transporte ferroviario y que abra el camino hacia un auténtico mercado interior europeo que integre a los nuevos países

CONCLUSIONES

El tren de alta velocidad constituye la última innovación en el transporte y representa la rehabilitación del ferrocarril ante

