

“Análisis de bienestar ante mejoras en el transporte ferroviario: el corredor Galicia-Madrid”*

María José Caride Estévez (Universidade de Vigo)

1.- Introducción

En los últimos años se ha intensificado el debate político-social sobre la articulación del territorio y el papel que los diferentes modos de transporte van a jugar en el desplazamiento de personas o mercancías. En esta discusión es necesario contar con instrumentos económicos que permitan valorar las consecuencias de las diferentes opciones planteadas. Esta necesidad, que es imprescindible en todas las actividades que realiza el estado, es especialmente relevante cuando hablamos de la definición del sistema de transporte, ya que, además de absorber muchos recursos, las decisiones presentes condicionan el desarrollo futuro del territorio y la actividad económica.

Uno de los instrumentos económicos más completos para abordar este cometido es el análisis de los costes y beneficios sociales asociados a las diferentes alternativas de mejora (ACB). El desarrollo de esta metodología exige contar con estudios sobre la respuesta de los agentes económicos ante las modificaciones que se plantean. Este análisis de demanda permite determinar cual será la utilización de la nueva opción de transporte y cuales serán las repercusiones sobre el resto de alternativas de viaje, es decir, analiza la demanda de todos los modos de transporte y, por lo tanto, los cambios en el bienestar de los usuarios.

El objetivo de este trabajo es estudiar la demanda de transporte en el corredor de transporte Galicia-Madrid en el que, actualmente, se discute la introducción de una mejora sustancial en el servicio ferroviario de pasajeros. Sus resultados servirán para introducir cuantificaciones monetarias en el debate político económico y para comparar los efectos sobre los usuarios de las diferentes opciones de mejora.

Este estudio analiza el comportamiento de los usuarios siguiendo la metodología de Hausman, Leonard y McFadden (1996). Suponemos que un individuo cuando se plantea sus desplazamientos realiza dos decisiones: el número de viajes a efectuar y el modo de transporte

* Este trabajo ha sido financiado por la Fundación Caixagalicia.

que utiliza en cada uno de sus viajes. Para analizar estas elecciones planteamos una aproximación en dos etapas consistente con la teoría de la utilidad (Gorman, 1971) lo que nos permite calcular la ganancia de bienestar de los usuarios entre la situación con o sin la mejora del ferrocarril (Small y Rosen, 1981). Dicho planteamiento supone que el individuo decide primero el número de viajes a efectuar y en segundo lugar se plantea cómo distribuir estos viajes entre las alternativas de transporte disponibles. El número de viajes se determina con un modelo de recuento mientras que para analizar la elección de modo de transporte utilizamos un modelo de elección discreta multinomial. Ambas etapas están relacionadas a través de un índice de precios del viaje que se obtiene de la segunda etapa y se utiliza como determinante del número de viajes.

El modelo planteado se especifica y estima a nivel individual siguiendo el método de preferencias manifestadas. Esta es la única opción factible cuando queremos observar el cambio en el comportamiento del consumidor derivado de opciones de consumo todavía no disponibles. Obtener esta información nos obliga a la realización de encuestas a la población objeto de estudio.

La encuesta se efectuó sobre los residentes del territorio analizado, de este modo se trató de evitar los problemas de agregación que aparecen al entrevistar a los actuales usuarios del sistema de transportes. Por otra parte, esta metodología nos permite determinar el cambio en el bienestar para el tráfico inducido. En dicha encuesta se obtiene información de las características socioeconómicas de los individuos, de los viajes efectuados en el último año (1999) y de la reacción de los entrevistados ante el experimento al que los enfrentamos.

El diseño del experimento trata de recoger la respuesta de los usuarios ante las alternativas de modernización que les planteamos. Dicho experimento se centra en ofrecer a los entrevistados diferentes escenarios de precios y tiempos del futuro ferrocarril que van desde una pequeña mejora del tren disponible en la actualidad a la oferta de un servicio de alta velocidad.

El análisis de la información recogida nos permitirá cuantificar cual de los escenarios anteriores produce un mayor beneficio a los actuales o potenciales usuarios y servirá de punto de partida para un posterior ACB.

2.- Metodología de análisis

Para analizar un cambio en el bienestar de los usuarios, inducido por una modificación en la oferta disponible de modos de transporte, debemos analizar el excedente del consumidor en la situación inicial o base y en la situación final. La situación base se corresponde con el excedente del consumidor para la demanda actual del corredor, donde la oferta de transporte es conocida. La situación final trata de recoger cual hubiese sido, en el año base, el excedente del consumidor si en ese momento los individuos hubiesen contado con la nueva oferta de transporte.

Para poder efectuar esta comparación es necesario abordar una serie de fases que conforman la metodología de análisis:

i.- Recogida de información y diseño del experimento. Esta fase nos permite obtener datos del comportamiento individual en el año base 1999 y cual habría sido, en dicho año, su comportamiento si contasen (*ceteris paribus*) con una alternativa de transporte cualitativamente diferente a la oferta anterior.

ii.- Modelo de demanda de viajes. Suponemos que los individuos deciden el número de viajes y la asignación de los mismos entre modos de transporte, siguiendo un modelo de elección en dos etapas (Gorman,1971) donde primero deciden asignar su renta entre grupos de productos, uno de ellos el transporte, basándose en índices de precios y más tarde deciden como asignar su gasto entre los diferentes componentes del grupo de productos (los distintos modos de transporte).

Para definir el modelo de determinación del número de viajes necesitamos construir un índice de precios del desplazamiento, ya que cada modo de transporte lleva asociado su propio coste en tiempo y precio, por lo que la opción elegida en cada momento, por cada individuo, modificará el coste de cada uno de sus viajes. Este índice de precios lo obtenemos de la estimación de la segunda etapa del modelo, en la que analizamos la elección de modo de transporte condicionada al número de desplazamientos efectuados. Para analizar esta última etapa utilizamos un modelo de elección discreta multinomial ya que contamos con las elecciones de los usuarios para cada uno de los desplazamientos efectuados. En la aplicación que presentamos aquí optamos por un modelo logit multinomial consistente con la teoría de la utilidad (McFadden,1981) en el que la función indirecta de utilidad del individuo i para un modo de transporte j , condicionada al número de viajes, viene dada por la expresión

$$V_j^i = X_j^i \beta + \varepsilon_j^i$$

donde X_j^i es el vector de atributos del modo de transporte j para el individuo i , β es el vector de parámetros y ε es una variable aleatoria que representa los gustos de los consumidores. Partimos de que el individuo, en cada una de sus elecciones, elige la alternativa de transporte que le proporciona mayor utilidad indirecta. Por ello, cuando un individuo opta por viajar en el modo j , es porque este consumo le proporciona más utilidad (o menos desutilidad) que el resto de alternativas disponibles. El modelo logit multinomial¹ supone que las perturbaciones son independientes e idénticamente distribuidas con una función de densidad de Weibull. McFadden (1974) demostró que las probabilidades asociadas a este modelo son

$$P_j^i = \frac{\exp(X_j^i \beta)}{\sum_{k=1}^m \exp(X_k^i \beta)}$$

con m el número de alternativas de transporte disponibles. El logaritmo de la función de verosimilitud

$$\log L = \sum_{k=1}^m T_k \log P_k$$

donde T_k es el número de viajes efectuado en el modo de transporte k .

A partir de este modelo podemos obtener el excedente del consumidor por viaje (Small y Rosen, 1981)

$$S^i = -\frac{1}{\beta_p} \ln \left(\sum_{k=1}^m \exp(X_k \beta) \right)$$

donde β_p es el parámetro asociado al coste monetario del viaje. El excedente del consumidor condicionado al número de viajes vendrá dado por

¹ Este modelo presenta una limitación importante al suponer Independencia de Alternativas Irrelevantes (I.A.I.), propiedad de la que se deriva que el cociente de probabilidades entre alternativas no se ve afectado por la incorporación o modificación de nuevas opciones de transporte y la elasticidad de sustitución cruzada entre cada par de opciones es independiente de lo que ocurra como el resto de alternativas disponibles. Esta limitación resulta relevante para analizar la demanda de desplazamientos por lo que pretendemos superarlo con la aplicación de un modelo logit anidado y un probit en fases posteriores del trabajo. A pesar de los inconvenientes planteados utilizamos este modelo logit multinomial como primera aproximación a este análisis (Hausman, Leonard y Mcfadden, 1995).

$$S^{i*} = \sum_{k=1}^m T_k S^i$$

La elevación apropiada de los individuos a la población objeto de estudio a través de las oportunas ponderaciones nos permitirá obtener el excedente derivado del modelo multinomial para cada una de las situaciones analizadas.

Una vez estimada la segunda etapa del modelo, condicionada al número de viajes, pasamos a construir el modelo de elección del número de viajes. El índice de precios que relaciona ambas etapas es la negativa del excedente del consumidor obtenido en el modelo de elección de modo (Hausman, Leonard y Mcfadden, 1995). Esta transformación nos permite interpretar esta variable como un precio o coste del desplazamiento. Al mejorar una infraestructura suponemos que el excedente del consumidor condicionado a los viajes efectuados aumenta. La transformación propuesta hace que este índice de precios se haga más negativo y por lo tanto menor, lo que se puede interpretar como una reducción del precio del viaje.

La elección del número de viajes a efectuar se especifica con un modelo de recuento, que se ajusta de forma apropiada cuando analizamos variables dependientes con valores mayores o iguales a cero. En nuestro caso, contamos con dos observaciones para cada individuo que se corresponden con la situación base y la situación hipotética, por ello utilizamos un modelo de recuento asumiendo una distribución de Poisson con media condicional para la variable número de viajes

$$E(T_{it} | Z_{it}, I_{it}) = \exp(Z_{it}\alpha + I_{it}\gamma)$$

donde Z_{it} son características del individuo e I_{it} es el índice de precios del viaje. Una vez determinados los parámetros de este modelo y definiendo de forma adecuada la situación base, que tendrá asociado un índice de precios I_0 y la situación hipotética I_1 , podremos calcular la ganancia total de bienestar mediante la expresión

$$\Delta W_i = \int_{I_0}^{I_1} \exp(Z_{it}\alpha + I\gamma) dI = \frac{1}{\gamma} [\exp(Z_{it}\alpha + I_1\gamma) - \exp(Z_{it}\alpha + I_0\gamma)]$$

3.- Diseño del experimento

Como ya se ha mencionado, tratar de averiguar la respuesta de los individuos ante opciones de consumo actualmente no disponibles, nos obliga a efectuar trabajo de campo y diseñar un experimento del que derivar cual sería el comportamiento de los consumidores ante estas opciones hipotéticas.

En el campo de la economía del transporte la mayor parte de este tipo de análisis se efectúa mediante entrevistas a los actuales usuarios del sistema de transportes. En este caso el elemento de análisis suele ser el viaje efectuado en un momento determinado y se pregunta a los individuos si cambiarán este viaje a otro modo de transporte hipotético. En general se opta por las entrevistas directas, o por el reparto de un cuestionario devuelto por correo prepagado o recogido al final del viaje. En ambos casos es difícil obtener una muestra representativa, ya que cada franja horaria o cada periodo temporal pueden tener mas o menos viajeros de ocio o de trabajo, dispuestos a valorar más o menos la puntualidad, el confort, el precio del billete, etc.

Además, en este tipo de entrevistas existen problemas de agregación o de inferir resultados sobre la población, entre otras cosas por desconocer a cuantos y que tipo de individuos representa cada uno de los usuarios que entrevistamos. Aunque conozcamos el origen y el destino del viaje de cada individuo, desconocemos la probabilidad de detectar algún viajero de un modo de transporte en concreto sobre la población del origen o el destino. En general los operadores de transporte pueden ofrecernos información del número de pasajeros transportados entre determinado origen y destino, pero es difícil que nos pueden proporcionar información sobre el número de usuarios diferentes, la frecuencia de viajes de los usuarios frecuentes, que días es más probable detectar a unos tipos o a otros, etc.

Por otra parte esta metodología de encuestación no da respuesta a una cuestión que en proyectos de transporte que consumen gran cantidad de recursos públicos resulta imprescindible, la generación de demanda. Nos referimos a dos formas de inducción de viajes, usuarios nuevos, es decir, usuarios que no viajaban con anterioridad y pasan a hacerlo, debido a la existencia de un nuevo o mejorado modo de transporte, o incremento en la frecuencia de viaje de los actuales usuarios del sistema de transportes.

Cuando hablamos de tráfico generado hacemos referencia a viajes que se inducen por la presencia de esta alternativa, es decir a los precios, tiempos y características del transporte en la situación inicial, estos individuos no viajaban, o efectuaban menos viajes, ya que la utilidad de ese viaje era inferior a los costes asociados al mismo. Sin embargo, la modificación de la oferta de transporte cambia los costes de estos agentes, de manera que la utilidad de desplazarse supera a la desutilidad asociada. Este tipo de tráfico suele tener mucha importancia con la aparición de mejoras en el sistema de transporte, por ejemplo, el tráfico generado en el corredor Madrid-Sevilla tras la puesta en funcionamiento de la infraestructura ferroviaria de alta velocidad superó el 30% de la demanda total de este nuevo modo. Cifras como estas pueden hacer que la comparación entre costes y beneficios sociales de un proyecto de esta envergadura pueda incluso cambiar de signo.

Son precisamente las críticas a la utilización de encuestas a usuarios las que nos hacen plantearnos alternativas de encuestación que nos permitan solventar alguno de estos escollos ya que pretendemos realizar un análisis de bienestar social analizando el tráfico actual y futuro. La población que nos interesa es toda la afectada por el proyecto, que territorialmente acotamos en la comunidad de Galicia y Madrid y las provincias de León, Zamora y Valladolid. Sabemos que al considerar este ámbito poblacional estamos dejando fuera una parte de los posibles afectados, todos aquellos que puedan utilizar las actuales o futuras infraestructuras y no residan en estas comunidades. En cualquier caso los motivos de no considerar a estos usuarios son dos, por un lado la imposibilidad económica de abordar un universo poblacional tan extenso y por otra parte el convencimiento y contrastación de que la gran mayoría de los usuarios actuales o potenciales del corredor pertenecen a su área territorial de influencia directa. Dentro de la población residente en estos territorios se consideró como universo poblacional a los mayores de 18 años.

Esta definición del ámbito de estudio nos obliga a realizar entrevistas distribuidas aleatoriamente sobre la población objeto de estudio, es decir, en el ámbito territorial de Galicia, Madrid y las provincias de León, Zamora y Valladolid. Dado que las entrevistas personales directas quedan fuera del conjunto de posibilidades de un proyecto de investigación de este tipo, optamos por la realización de encuestas telefónicas con el método o programa CATI BELLVIEW. Este es un sistema de entrevistas telefónicas a tiempo real,

capaz de soportar un gran número de entrevistas activas y terminales de supervisor en un único ordenador.

Una vez definido este universo poblacional se comienza a elaborar el cuestionario de la encuesta, que estructuramos en cuatro bloques. El primero trata de recabar información sobre los viajes efectuados en el corredor durante el periodo establecido, 1999. El segundo bloque trata de obtener la respuesta de los entrevistados ante un cambio en la oferta del ferrocarril. La tercera parte recoge las características socioeconómicas más importantes del individuo y su unidad familiar y por último un cuarto bloque son preguntas destinadas a captar preferencias o gustos particulares de los individuos.

Definimos un periodo temporal de 1 año, 1999, refiriéndonos en todo momento a lo que hizo o hubiese hecho en este periodo. El elegir un periodo de un año nos permite solventar las dificultades derivadas de la falta de homogeneidad de los viajes durante las diferentes épocas del año. Por otra parte nos permite analizar el número de viajes de un individuo al año, y nos permitirá ver como cambia el número de viajes cuando le ofrecemos otras alternativas de transporte, es decir, nos permitirá estimar la demanda generada. El periodo temporal citado, 1999, será también el periodo de referencia para analizar el comportamiento hipotético. A los entrevistados no les preguntamos sobre su comportamiento en un periodo futuro cuando esté en funcionamiento esta nueva infraestructura ya que su respuesta estaría influida por la expectativa de evolución de su renta, de su situación personal o del resto de alternativas de transporte. Además, no obtendríamos el cambio en el bienestar derivado del cambio concreto en la oferta de transporte sino que tendríamos el cambio provocado por diferentes modificaciones en las condiciones económicas y sociales de los usuarios, una de las cuales es el cambio en la oferta de ferrocarril.

Para evitar este problema enfrentamos a los individuos a un cambio en la oferta de desplazamiento en el mismo periodo temporal al que se refiere la información obtenida de sus viajes, renta, etc. La pregunta se plantea en estos términos: Si en 1999 hubiese existido un tren puntual, seis veces al día, que lo situase en horas y por pesetas desde su casa hasta la estación de tren de ¿lo habría utilizado?

Definir el escenario hipotético que se presenta a los entrevistados plantea un problema de diseño de experimentos ya que queremos precisar la respuesta a una oferta inexistente. Por

otra parte, dado que no existe un escenario futuro de mejora del ferrocarril perfectamente definido, nos planteamos analizar la reacción de los agentes económicos ante la aparición de diferentes mejoras en el servicio ferroviario, que concretamos en diferentes combinaciones de tiempo de viaje y precio.

Los niveles de las variables se definen de forma que dentro del conjunto de alternativas posible se encuentre desde un servicio de Alta Velocidad ferroviaria hasta leves mejoras en el trazado actual. Sabemos que la Alta Velocidad en España va unida, además, a otra serie de características que la diferencian del resto de servicios ferroviarios, puntualidad, comodidad, confort, alta frecuencia, etc. Por ello, tratamos de que los individuos no realicen valoraciones subjetivas de estos atributos incluyendo en la pregunta la definición de un escenario hipotético en el que, sea cual sea el escenario de precio, tiempo o recorrido al que los enfrentemos, se caracterice por ser un servicio puntual con una frecuencia de 6 viajes diarios.

Con las premisas anteriores nos planteamos el diseño del experimento. Para cada origen destino fijamos 4 niveles de tiempos y precios, que se corresponderían con la existencia de diferentes mejoras en el tren, y dos posibles recorridos: León y Zamora. La aplicación de las técnicas de diseño ortogonal nos llevan a definir para cada origen destino 16 escenarios que son combinaciones oportunas de estos escenarios de tiempos, precios y recorridos (todas las combinaciones posibles son 32).

Dado que en nuestro caso hemos optado por la realización de encuestas telefónicas de las que deseamos obtener mucha información, no podemos plantear a cada individuo varios escenarios. En primer lugar por que la encuesta se haría muy extensa (su duración ya se aproxima a los 10 minutos para usuarios frecuentes y un sólo escenario) y corremos el riesgo de que corten la entrevista. En segundo lugar, ya que la calidad de la respuesta y la credibilidad del cuestionario se perderían ante la complejidad de plantear varias alternativas creíbles por teléfono.

Por estos motivos optamos por plantear un escenario hipotético diferente para cada entrevistado y extender el número de entrevistas. Recordemos que una de las ventajas de este tipo de experimentos, donde enfrentamos a los individuos a varias alternativas, es que nos permiten obtener información con un número reducido de encuestas. En nuestro caso esto no es posible lo que nos obligará a realizar un número elevado de encuestas sobre la población.

Para lograr la recogida de información correcta y para poder explicitar los escenarios de recorrido de forma oportuna dividimos el corredor en dos tramos de manera que a cada entrevistado de Galicia se le pregunte por sus viajes a Madrid y a León, Zamora o Valladolid y se le presente un escenario hipotético a Madrid y al recorrido Norte o Sur que le corresponda. Lo mismo ocurriría para los residentes en Madrid o en las provincias consideradas de Castilla-León.

El diseño preliminar del cuestionario se enfrentó a la opinión del resto de miembros del equipo de investigación así como a la opinión de expertos en la elaboración de encuestas telefónicas para pulir el formato que debería llevar el modelo de encuesta por teléfono. Una vez definido, se realizaron deferentes pruebas con grupos focus para probar si el cuestionario funcionaba y si la duración resultaba implementable por teléfono. Se efectuó una encuesta piloto con 400 encuestas distribuidas 150 en Galicia, 150 en Madrid y 100 en León, Zamora y Valladolid. Los resultados de esta prueba mostraron que el cuestionario funcionaba, en el sentido de que los entrevistados se sentían dispuestos a responder y que entendían el contenido de las preguntas.

El pretest también nos sirvió para comprobar lo baja probabilidad de detectar a individuos que viajasen. Para tratar de contrastar más fielmente este hecho se efectuó otra prueba piloto, en esta ocasión sólo en Galicia, donde se realizaron 500 entrevistas para ver la probabilidad de viaje en el sector urbano y rural y para analizar la respuesta de los agentes a cambios en los valores de los escenarios. Este hecho nos hizo plantearnos una redefinición de la población a analizar ya que tal como hasta este momento estaba definida suponría la realización de un volumen de encuestas, para poder encontrar a agentes que viajasen, no abordable por nuestro estudio. Por lo tanto, nos planteamos cambiar de estrategia y pasar a considerar en nuestra población objeto de estudio la población urbana del corredor, definiendo como tal en Galicia y Castilla-León, municipios de más de 20.000 habitantes y en Madrid, donde prácticamente toda la población sería urbana con este criterio, la población residente en municipios de más de 100.000 habitantes.

Por otra parte, ambos pretest sirvieron para contrastar el optimismo de los entrevistados ante la aparición del nuevo tren, optimismo que se traducía en incrementos de demanda total del corredor superior al 200%. Aunque es posible que los entrevistados fijen una posición

estratégica, dado que conocen que políticamente se plantea la construcción de este ferrocarril y piensan que pueden, con su opinión, alterar el resultado, o aunque planteemos que es una intención de utilizarlo no concretada en un periodo temporal, lo cierto es que estas cifras siguen siendo muy elevadas. Por ello nos planteamos un cambio en el cuestionario que trata de introducir filtros al comportamiento hipotético de los individuos. Dichos filtros tratan de hacer que los entrevistados precisen el grado de seguridad que tienen sus respuestas.

Una vez efectuados estos cambios se pone en marcha la encuesta definitiva que será implementada de forma secuencial, es decir, se efectúan 150 entrevistas en cada comunidad y se analizan los resultados, para poder detectar posibles errores y corregirlos sobre la marcha. La encuesta definitiva fue de 2700 entrevistas, distribuidas 1000 en Galicia, 1100 en Madrid y 600 en León, Zamora y Valladolid.

Dichas encuestas fueron distribuidas proporcionalmente a la población de las diferentes provincias y dentro de ellas se mantuvo la proporcionalidad de los diferentes tipos de municipios, además se estratificó por sexo y edad. Para esto último el método CATI trata de minimizar el número de llamadas preguntando, en cada caso, el número de miembros del hogar mayores de 18 años y seleccionando al individuo al que debe entrevistar para cubrir las cuotas. En caso de que el entrevistado seleccionado no este presente en el hogar se le vuelve a llamar cuando resulte más probable localizarle. La implementación de la encuesta hizo que fuesen necesarios 2,04 llamadas para lograr una entrevista válida.

4.- Aplicación empírica.

En la literatura de economía del transporte es habitual analizar de forma diferente los viajes efectuados por diferentes motivos. Los viajes efectuados por motivo de trabajo no dependen de las mismas características ni se determinan del mismo modo que los viajes de ocio. En este trabajo nos centramos en el análisis de los viajes efectuados con motivo de ocio ya que estas decisiones dependen sólo de características de los individuos y sus familias.

Para analizar el cambio en el bienestar ante la aparición de una nueva oferta de desplazamiento comenzamos construyendo el modelo de elección de modo de transporte para los viajes efectuados con motivo de ocio condicionado al número de viajes. Construimos un modelo logit multinomial en el que utilizamos la información tanto de los viajes actuales

como de los futuros. Las variables explicativas utilizadas son el precio y el tiempo de cada alternativa, una constante específica para cada modo y una variable ficticia que trata de recoger la preferencia de los entrevistados por el nuevo tren que le ofrecemos, con unas características de frecuencia y puntualidad que difieren del tren actual.

La variable tiempo y precio de viaje se obtiene directamente de los usuarios ya que el cuestionario que les planteamos les pregunta su valoración subjetiva del tiempo y el precio del viaje en los modos disponibles. Dado que en algunos casos la información de costes y precios subjetivos no está disponible, reemplazamos este dato omitido acudiendo a los cuadros de horarios y precios de las empresas operadoras y las estimaciones de duración y coste del viaje de la Dirección General de Carreteras.

Con la estimación del modelo de elección discreta construiremos el excedente del consumidor en cada caso, calculando el máximo valor esperado de la utilidad indirecta, condicional al número de viajes. Este cálculo de la utilidad indirecta no es invariante al modo de referencia elegido en cada caso, por ello, realizamos una transformación lineal que nos permita operar con valores positivos (McFadden, 1984). Dividiendo la expresión anterior por el valor absoluto del parámetro estimado para el coste monetario del desplazamiento calculamos el excedente del consumidor de los viajes actuales y de las opciones hipotéticas.

Este modelo logit multinomial utiliza todos los escenarios planteados a los individuos, lo que nos permite tener variabilidad. Las variables explicativas son el precio y el tiempo de viaje, que varía dependiendo del modo y también para cada individuo, y una constante específica para cada modo. La estimación de este modelo calcula solamente $n-1$ constantes específicas, tomando uno de los modos de transporte disponibles como modo de referencia. En este caso el modo de referencia es el tren, por lo que el resto de variables deben interpretarse como las diferencias no explicadas por los regresores o gustos de los consumidores que provocan alteraciones en la probabilidad de elegir algún modo de transporte, frente al modo de referencia tren. Además, este modelo permite que el número de opciones de viaje disponibles para cada individuo pueda diferir, algo deseable en este caso ya que existen usuarios que no disponen, para este tipo de desplazamientos, de la alternativa avión.

En el cuadro 1 observamos que los parámetros tienen el signo esperado y son todos significativos excepto la constante del modo autobús por lo que podemos decir que esta

constante no se diferencia significativamente de la constante específica para el tren (modo de referencia). La constante para el modo coche es positiva y significativa, lo que nos indica que los gustos de los consumidores hacen más probable la utilización del coche que la del tren. Lo contrario ocurriría en el caso del avión. El valor del tiempo implícito en el comportamiento de los usuarios viene determinado por el cociente entre la utilidad marginal del tiempo y la utilidad marginal de la renta, que en este caso son 1.708 pesetas/hora. Este es el valor medio que los actuales o potenciales usuarios de este corredor le otorgan a su tiempo de viaje, cuando viajan por motivo de ocio. La variable ficticia creada para el tren en el escenario hipotético, como esperábamos, tiene signo positivo y es significativa. Nos indica que la probabilidad de elegir tren se incrementa cuando ofrecemos un servicio de más calidad (puntual y con mayor frecuencia) aunque el resto de variables permanezca constante.

Con los datos de los excedentes promedios por viaje obtenidos del modelo anterior construimos el modelo de recuento para analizar los determinantes del número de viajes. La variable dependiente es el número de viajes efectuados en la situación base y en la situación hipotética. Las variables explicativas son la renta familiar disponible, la edad, el nivel educativo, la negativa del excedente del consumidor del modelo multinomial, una variable ficticia para recoger el efecto de la incorporación del nuevo tren, una variable ficticia que recoja el efecto de los viajes relacionados con motivo del Xacobeo 99 y una constante. Se realizan oportunas transformaciones de estas variables que nos permiten obtener efectos no lineales.

El modelo obtenido que aparece reflejado en el cuadro2, muestra los signos de los parámetros esperados para las variables, siendo todas ellas significativas excepto el cuadrado del logaritmo de la renta (\ln^2). Entre las variables que presentan un efecto positivo sobre el número de viajes está el efecto Xacobeo 99 (x_{99}), que como sabemos ha actuado como un generador de viajes con destino Galicia. La renta, medida a través del logaritmo de la renta familiar disponible (\ln), nos muestra que los viajes aumentan a medida que se incrementa la renta aunque a unas tasas de crecimiento decrecientes. Un comportamiento similar tiene el nivel educativo del individuo ($educ$), el número de viajes es mayor para los individuos con mayor cualificación. La variable ficticia que trata de recoger el efecto de la disponibilidad de un ferrocarril moderno ($future$) es positiva y significativa, es decir, existirá un efecto generación o inducción de nuevos viajes tanto para los actuales usuarios del sistema que

incrementan los desplazamientos, como para individuos que no habrían viajado en ausencia de este tren y pasarían a utilizarlo.

La edad y su cuadrado son significativas y con signo contrario, esto nos indica que el número de viajes aumenta a medida que se incrementa la edad, hasta llegar a un nivel a partir del cual desciende. Para este caso concreto los individuos entre 18 y 38 años aumentan el número de viajes a medida que se incrementa la edad, la tasa de crecimiento del número de viajes va cayendo a partir de los 38 años hasta los 76, a partir de este momento la edad tiene un efecto negativo sobre el número de viajes.

El índice de precios que hemos calculado en el modelo multinomial que se corresponde con la negativa del excedente promedio por viaje es significativo y con signo negativo. Este es el resultado esperado ya que cuando mejoramos un servicio de transporte, en este caso el tren, el excedente promedio por viaje se eleva, por lo tanto el índice de precios calculado se vuelve más negativo, más barato y a medida que este precio desciende el modelo de recuento nos indica que aumenta el número de viajes.

Por último el modelo lleva incorporada una constante significativa y negativa, por lo que existen otros gustos o características de los individuos, no contempladas por el modelo, que repercuten negativamente en el número de viajes a efectuar. Este resultado es consistente con los datos disponibles ya que la probabilidad de detectar a un individuo en la muestra que utilice este corredor es, en la actualidad, aproximadamente del 30%.

5.- Resultados preliminares

Una vez estimado el modelo utilizaremos los parámetros del mismo para analizar los cambios en el bienestar de cada una de las opciones planteadas. Optamos en primer lugar por dar una medida del cambio en el bienestar de los usuarios si se implementase una alternativa ferroviaria de alta velocidad (300 a 350 km/h de velocidad teórica) y un precio por km. similar al de la línea Madrid-Sevilla (21pesetas/km). Además tratamos de comparar este resultado dependiendo de que el recorrido del ferrocarril sea el Norte (por León) o el Sur (por Zamora).

Por lo tanto, enfrentaremos a cada individuo a un escenario hipotético concreto y valoraremos que cambios se producen. Analizamos en primer lugar los cambios en el bienestar para los usuarios de largo recorrido, es decir, los que utilizan el corredor entre Galicia y Madrid. Los beneficios mayores para los usuarios de Galicia desplazados a Madrid se producen cuando el viaje es más corto, por lo tanto cuando el tren pasa por Zamora. Lo mismo ocurre con los usuarios de Madrid (cuadro3). El cambio en el bienestar es superior para los residentes en Madrid por un efecto del tamaño poblacional. Si calculamos el excedente per cápita para los residentes en Galicia es de 16.963 pesetas/año (p/a) en el caso del trazado Sur o 15.542 p/a en el trazado Norte. Estas mismas cifras son de 23.130 p/a o 22.308 p/a de excedente per capita para los residentes en Madrid, dependiendo, respectivamente, del trazado Sur o Norte y para los usuarios del tramo completo. Si comparamos estas cifras con las obtenidas en la situación actual, la ganancia per capita de la aparición de un servicio de alta velocidad ferroviaria para los residentes en Galicia es de 11.633 p/a en el trazado Sur y 10.212 p/a cuando el nuevo tren circula por el trazado Norte. Estas cifras son de 17.977 o 17.155 p/a de ganancia de beneficio per capita para los residentes en Madrid para los dos trazados anteriores. Las diferencias en estos valores se corresponden con diferentes probabilidades de viajar en cada modo detectadas en la muestra.

Los excedentes promedios por viaje para cada individuo, obtenidos del modelo multinomial, se utilizan en el modelo de recuento que hemos estimado para efectuar el análisis de bienestar total en los escenarios de modificación del tren antes señalados. En este caso los resultados nos muestran que para los usuarios de largo recorrido (Galicia-Madrid) los beneficios en el caso de la construcción Sur son superiores a los del trazado Norte en más de un 70%. Por otra parte estos resultados nos permiten ver como si sólo analizamos el bienestar derivado del cambio de modo estamos dejando fuera una medida muy importante, la obtenida a partir de la modificación del número de viajes. Si analizamos esta última observamos que la ganancia de bienestar es muy superior a la primera medida de cambio en el excedente que derivamos del modelo multinomial. Esto nos indica de forma clara la relevancia de analizar con detalle la generación de tráfico, tanto de los actuales como de los potenciales usuarios.

En este caso la ganancia de bienestar per capita para los residentes en Galicia oscila entre 34.145 y las 19.719 p/a dependiendo de que el trazado sea el Sur o el Norte, mientras que para los residentes en Madrid las mismas cifras son 41.885 o 22.213 p/a.

Las diferencias en los valores obtenidos para los residentes en Galicia o en Madrid pueden derivarse de los diferenciales en nivel de renta familiar disponible, o las diferencias en nivel educativo, así como del efecto de las especiales características de 1999 para el atractivo turístico de Galicia.

Los viajes con origen o destino Zamora o León y Valladolid² afectan a poblaciones con tamaños diferentes. Por este motivo daremos una medida per capita de los cambios producidos en el bienestar de los individuos. El excedente agregado derivado del modelo de asignación de viajes entre modos de transporte nos muestra que el cambio en el bienestar per capita de los usuarios gallegos en sus desplazamientos a León o Valladolid es de 7.721 p/a si el tren tiene este recorrido Norte o de 2.138 p/a por ciudadano gallego para los viajes realizados a Zamora, cuando este es el recorrido del ferrocarril. Esta diferencia se ve afectada, entre otros motivos, por el mayor número de viajes que se producen a las provincias de León o Valladolid, que se justifica por el mayor peso poblacional y económico de estas dos provincias frente a Zamora y porque este recorrido Norte es la salida natural de Galicia hacia el noreste de España o hacia Europa. Esto hace que el número de viajes con destino final o de paso por las provincias citadas resulte ser muy superior a los desplazamientos con destino o de paso por Zamora.

El cambio en el bienestar para los residentes en Madrid desplazados a Castilla-León presenta cifras per capita entre las 13.397 o las 2.009 p/a dependiendo del trazado Norte o Sur del nuevo tren. En este caso también el trazado Norte es el que presenta mayor tráfico ya que no sólo es el destino de muchos viajes sino que es utilizado por los residentes en Madrid que se desplazan hacia Asturias o Cantabria.

Por lo que respecta a los residentes en Zamora su cambio en el excedente derivado del modelo de elección de modo de transporte sería de 50.000 p/a, si pudiesen utilizar el nuevo tren. El mismo cálculo para León o Valladolid sitúa esta ganancia en 33.665 p/a. Este resultado nos indica que si aislamos el efecto del mayor peso poblacional de estas dos zonas analizadas y consideramos los desplazamientos de sus residentes hacia Galicia o hacia Madrid, las

² Sólo se consideran en el análisis los viajes con origen o destino Valladolid efectuados hacia o desde Galicia. El motivo de no considerar los desplazamientos desde o hacia Madrid es que la relación Valladolid-Madrid tiene una propuesta de mejora ferroviaria independiente de lo que ocurra con la conexión de Galicia. Esto hace que los beneficios o costes que se generen en este tramo deban separarse de los que analizamos en este trabajo analizamos.

ganancias obtenidas por los residentes en Zamora exceden las de los usuarios de León o Valladolid. Este resultado se corresponde con lo que podríamos esperar a priori ya que el recorrido por el Sur es el más corto y barato, por lo que el excedente por viaje parece lógico que resulte más elevado. La cuantía de estas ganancias está condicionada por la elevada probabilidad de que los residentes en las poblaciones urbanas de estas provincias viajen en el corredor. Este resultado no resulta sorprendente ya que al tratarse de un punto intermedio casi todos los desplazamientos serán hacia los polos de atracción situados en los extremos del corredor. Por otro lado, la proximidad espacial con estos extremos hacen que muchos desplazamientos sean de corto recorrido y por ello tengan una frecuencia elevada.

Si analizamos las cifras medias globales derivadas del modelo de determinación del número de viajes para los viajes efectuados con origen o destino Castilla-León la ganancia de bienestar per capita, como en el caso anterior, es mayor en el caso del tren pasando por Zamora que por León. Sin embargo, los beneficios globales del conjunto de la población son menores en el recorrido Sur al afectar a una población menor.

En el modelo de recuento se aprecia el efecto positivo que ha tenido el año Xacobeo 99 sobre la afluencia de público a Galicia, por este motivo, nos interesa conocer cual hubiese sido el cambio en el excedente de los consumidores en ausencia de esta celebración. Las ganancias de bienestar anulando el efecto Xacobeo se reducen aproximadamente un 30% en los viajes con origen Madrid, el mismo porcentaje si el origen del viaje es Zamora, y un 40% cuando el origen del viaje es León o Valladolid.

Este trabajo nos sirve para constatar la necesidad de incorporar en los análisis de demanda de transporte, no sólo los cambios en las elecciones individuales de las alternativas de transporte disponibles, sino también los cambios producidos por la aparición de nuevos viajes. Entre sus resultados hemos obtenido que para los usuarios con origen y destino los extremos de este corredor, la mejor opción de mejora ferroviaria es, como esperábamos, la que reduce el tiempo de viaje. Por el contrario en los viajes con origen o destino la zona intermedia del corredor las ganancias de bienestar se incrementan cuando ofrecemos un servicio capaz de atender a una población mayor.

Una vez obtenidos estos resultados preliminares, pretendemos desarrollar un modelo de demanda similar al de los viajes efectuados por ocio para los viajes por motivo de trabajo.

Nuestro objetivo es, una vez desarrollados ambos modelos, integrar sus resultados dentro de una metodología de análisis coste beneficio que nos permita valorar, no sólo los efectos previsibles sobre los usuarios, sino también los efectos sobre el conjunto de la sociedad.

Cuadro1. Modelo Logit Multinomial para los viajes actuales e hipotéticos.

Variable	Coficiente	Standard Error
Tiempo	-0,003072702197	0,0002688455
Precio	-0,0001079227893	0,0000060845752
Fut	2,90056029	0,084277944
A-Coche	1,472663169	0,064845057
A-Avión	-0,4011973958	0,13035339
A-Autobús	0,01220308113	0,071274995

RsqAdj=44,71% LogL=-6.328

Cuadro 2. Modelo de Recuento Poisson.

Variable	Coficiente	Standard-Error
Constante	-0.605667751137	0.0958318114
X99	0.4877772979	0.014751038
Lrenta	0.08222921031	0.020678610
Lrenta2	-0.02394241889	0.017561868
Neg-exc	-0.00002820854594	0.0000015127171
Futuro	0.7293651566	0.024765765
Educ	0.06060058401	0.0076407404
Edad	0.011708133313	0.0039739051
Edad2	-0.00014444935838	0.000042186052

Log L=-10.574,2 RsqAdj=17,75%

Cuadro3. Cambios en el excedente de la elección de modo de transporte agregados a la población afectada. (Sólo viajes entre los extremos del corredor)

	Actuales	Recorrido León	Recorrido Zamora
Galicia	6.943.719.419	20.247.352.939	22.099.399.277
Madrid	21.123.143.788	91.458.722.916	94.826.251.137

Cuadro4. Datos muestrales de número de desplazamientos

Origen\Destino	Galicia	Madrid	León-Valladolid	Zamora
Galicia		548	210	112
Madrid	585		398	160
León-Valladolid	563	292		
Zamora	70	72		

Cuadro5. Cambio en el bienestar total. (Sólo para los usuarios de los extremos del corredor)

	Recorrido León	Recorrido Zamora
Galicia	25.689.728.915	44.482.458.158
Madrid	91.069.112.473	171.723.161.235

Bibliografía

Ben-Akiva and Lerman (1997) *Discrete Choice Analysis*. 7ª edition. MIT Press.

Colin Cameron and P.K. trivedi (1998) *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press.

Gärling, T., T. Laitila, K. Westin, editors (1998) *Theoretical Foundations of Travel Choice Modeling*.

Hausman, J., B. Hall and Z. Griliches, (1984) *Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship*. *Econometrica*,52.

Hausman, J., G. Leonard, D. McFadden, (1995) *A utility-consistent,combined discrete choice and count data model. Assessing recreational use lossee due to natural resource damage*. *Journal of Public Economics*, 56.

McFadden, D. (1981) *Econometrica models of probabilistic choice*. En: C. Manski and D. McFadden, eds., *Structural analysis of discrete data with econometric applications* (MIT Press, Cambridge, MA).

Parsons, G., P. Jakus and T. Tomasi, (1999) *A comparison of welfare estimates from four models for linking seasonal recreational trips to multinomial logit models of site choice*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 38.

Ortúzar, J. y L. G. Willumsen (1999) *Modelling Transport* .2ª Edition

Small, K. and H. Rosen, (1981) *Applied welfare economics with discrete choice models*. *Econometrica* 49.