
El uso del análisis conjunto en el diseño de nuevos sistemas de transporte: el caso del auto tren del Distrito Cultural Universitario en Guadalajara

*Carlos Marmolejo Duarte*³
*Adriana I Olivares*⁴
*Jorge Rafael Montero Puyana*⁵
*Marco de Paolini*⁶

Recibido: 28/06/2013

Aceptado: 10/02/2014

Resumen:

La toma en consideración de la opinión ciudadana en el diseño de nuevos proyectos urbanos parece un derecho incontestable; sin embargo, salvo las técnicas basadas en encuestas, existen muy pocos instrumentos cuantitativos que permitan poner en práctica dicho derecho. En este artículo utilizamos el análisis conjunto, una técnica basada en experimentos de elección, para incluir las preferencias de los futuros usuarios en el diseño de un posible sistema de transporte "autotren" en el Distrito Cultural de la Universidad de Guadalajara. La utilización de dicha técnica resulta muy conveniente ya que el sistema de transporte evaluado se basa en un group rapid transit, que resulta novedoso en el contexto nacional, y que conviene evaluar delante de las preferencias y percepciones de sus potenciales usuarios, para poderlo diseñar de tal forma que resulte más adecuado a la ciudadanía. Los resultados, basados en una muestra preliminar, sugieren una visión diferente sobre los atributos que aportan más valor al proyecto de aquella basada en la opinión de los expertos. Así, los aspectos funcionales (p.e. trazado de la red, forma de llamado de los vehículos), resultaron más relevantes para los usuarios que no los relacionados con el nivel de seguridad, la privacidad, los aspectos medioambientales o el propio diseño urbano de las estaciones.

Palabras clave: Análisis conjunto, diseño urbano, group rapid transit, Guadalajara.

Abstract:

The consideration of citizen opinion on the design of new urban projects seems incontestable right, but unless techniques based on surveys, there are few quantitative instruments to implement this right. In this article we use the pooled analysis, a technique based on choice experiments to include the preferences of future users in the design of a possible transport system "lorry convoy" in the Cultural District, University of Guadalajara. The use of this technique is very convenient since the transportation system is evaluated based on a group rapid transit, which is new in the national context, and should be evaluated before the preferences and perceptions of potential users, to be able to design a way that is most appropriate to citizenship.

³ Profesor Titular de la ETSAB e investigador del Centro de Política de Suelo y Valoraciones de la Universidad Politécnica de Cataluña. carlos.marmolejo@upc.edu.

⁴ Profesora Investigadora Titular del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente y Ordenación Territorial de la Universidad de Guadalajara. olivares.adriana@gmail.com.

⁵ Máster en Gestión y Valoración Urbana de la Universidad Politécnica de Cataluña (España) e Ingeniero Civil, Universidad Industrial de Santander (Colombia). jorgermontero@gmail.com.

⁶ Profesor del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente y Ordenación Territorial de la Universidad de Guadalajara. Consultor independiente en GIS y análisis regional ecológico. marco.depaolini@gmail.com.

The results, based on a preliminary sample, suggest a different view on the attributes that bring more value to the project from that based on expert opinion. Thus, the functional aspects (eg, network layout, shaped vehicle called), were more relevant for users who are not related to the level of security, privacy, environmental issues and urban design of the stations own.

Keywords: Conjoint Analysis, urban design, group rapid transit, Guadalajara

1. Introducción



El análisis conjunto es una técnica perteneciente a la familia de las preferencias declaradas, cuyo cometido es analizar la estructura de preferencias de los usuarios potenciales de un nuevo producto, servicio o proyecto. Muy pocas veces ha sido utilizado en el ámbito urbano y arquitectónico ya que su filiación pertenece más bien al ámbito de los bienes de naturaleza perecedera y consumo en masa.

La potencialidad del análisis conjunto, en la versión utilizada en este artículo, frente a otras técnicas cuantitativas basadas en encuestas, es permitir que los potenciales usuarios de un proyecto expresen sus preferencias de forma en que al elegir un proyecto con unas características determinadas, tengan que renunciar a otras, de la misma forma en cómo no se puede poner césped en una plaza que se quiere sea altamente transitable.

La consideración de la opinión de los futuros usuarios de proyectos urbanos es un derecho incontestable, y la búsqueda de nuevos instrumentos para hacerla realidad de una forma objetiva y rigurosa es una asignatura pendiente sobre la que el presente artículo pretende avanzar.

El objetivo de este artículo es usar el análisis conjunto basado en la elección como vía para aprehender la opinión de los potenciales usuarios de un novedoso sistema de transporte urbano basado en vehículos no tripulados en el Distrito Cultural de la Universidad de Guadalajara. Para ello, primero exponemos la naturaleza del análisis conjunto, la teoría que subyace en él, y las aplicaciones que ha tenido en el ámbito urbano; en seguida se presenta el estudio de caso, es decir el diseño del sistema de transporte en el contexto urbano en donde se podría ubicar; luego se expone el diseño y aplicación del análisis conjunto propiamente dicho; para a continuación discutir los resultados de una primera encuesta piloto; en las conclusiones se realiza un análisis retrospectivo de las potencialidades y limitaciones de esta técnica en el ámbito del diseño y el planeamiento urbano.

1. El análisis conjunto en el estudio de las preferencias de los futuros usuarios

Nacido cuatro décadas atrás en el ámbito del marketing el análisis conjunto es una técnica para estudiar el sistema de valores implícitos en la elección de una alternativa dentro de un conjunto finito de posibilidades (Hensher et al., 2005).

En su variante "basada en la elección" (*choice based conjoint o CBC*), el análisis conjunto consiste en someter a una muestra estadísticamente significativa de los usuarios potenciales de un proyecto a un "experimento de elección". En dicho experimento, los participantes deben elegir dentro de una serie de alternativas aquella que por sus características se ajuste mejor a sus necesidades y preferencias.

Este mecanismo que obliga a elegir entre las opciones existentes resulta, por otra parte, muy familiar a las decisiones que las personas realizan en la vida real, ya que desde la infancia hemos de elegir entre diferentes opciones, y por tanto al escoger una renunciamos a disfrutar de la otra, al menos en el mismo momento.

Lo interesante es que las opciones de elección no están *a priori* definidas, sino que son combinaciones aleatorias de un conjunto de características predefinidas por los investigadores. Si bien son combinaciones aleatorias existe un patrón que garantiza que sea posible saber qué características son importantes y cuales tiene un efecto espurio sobre las preferencias. Una vez realizados los experimentos de elección los datos son procesados a través de modelos de elección discreta cuyos parámetros dan pauta a inferir la estructura de preferencias de las personas encuestadas.

La gran potencialidad de esta técnica, a diferencia de las encuestas en dónde simplemente se indaga la importancia individual de cada uno de las características de los proyectos radica en dos puntos:

1) permite detectar compensaciones o *trade-offs* (es decir, el nivel de sustituibilidad de un atributo por otro), y 2) permite detectar interacciones (es decir, las potenciaciones sobre la estructura de utilidad que producen combinaciones de características específicas).

Por poner un ejemplo del primer punto, podría ocurrir que un grupo de futuros usuarios de una plaza pública estuviesen dispuestos a renunciar a que las zonas verdes de la misma tuviesen césped, a cambio de que hubiese una fuente con juegos de agua; y un ejemplo del segundo punto podría ser la potenciación que produce el hecho de que haya césped en dónde tenderse a la sombra de frondosos árboles de los que guarecerse de los rayos del sol: ya que tanto el césped que da la sensación, más psicológica que real, de frescura, y las sombras son bienes apreciados de los espacios públicos, pero si además se pueden combinar y utilizar la asociación resulta explosiva en la percepción de satisfacción de los usuarios.

El análisis conjunto es por tanto un instrumento frecuentemente utilizado en el diseño de bienes compuestos. Los proyectos urbanísticos son un excelente ejemplo de bienes compuestos dado su carácter multidimensional (*i.e.* con varios atributos), de esta manera un proyecto urbanístico, en clave del análisis conjunto, sería entendido como la combinación de atributos tales como los usos del suelo, las tipologías edificatorias, el tratamiento de los espacios públicos, etc.; para cada *atributo* habría niveles por ejemplo para el atributo usos del suelo podrían evaluarse los *niveles* de residencial y oficinas, para el atributo tipología podría evaluarse los niveles de alineación al vial y edificación aislada, etc.; con las posibles interacciones que se generan entre ellos.

En la tabla inferior aparece un experimento de elección en el que los participantes tendrían que elegir una de las cuatro alternativas, existiendo la posibilidad de no elegir ninguna. Cada alternativa está formada por la combinación de diferentes niveles provenientes de 5 atributos referidos a la ordenación y diseño urbano de un ámbito determinado.

El investigador puede preferir utilizar imágenes representativas de cada nivel en vez de texto, lo cual facilita la comprensión por parte de los usuarios potenciales, pero puede incidir en la evaluación de un elemento concreto y no su genérico.

Tabla 1. Esquema de un experimento de elección

| Atributos | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Alternativa 4 |
|-----------------------------------|--|---|--|--|
| Uso del suelo | Fundamentalmente vivienda | Fundamentalmente oficinas | Fundamentalmente vivienda | Ninguna de las alternativas anteriores |
| Actividades en el espacio público | Fundamentalmente orientadas a infantes | Fundamentalmente orientadas a gente mayor | Sin definir | |
| Tipología edificatoria | Edificios porticados alineados al vial | Edificios aislados rodeados de zonas verdes | Edificios porticados alineados al vial | |
| Áreas verdes | Arboladas | Palmeras | Sólo césped y arbustos ornamentales | |
| Tratamiento pavimentos | Adoquín de piedra natural | Mosaico de concreto prefabricado | Tierra compactada | |

De manera que en el caso de las intervenciones urbanísticas el análisis conjunto reviste de cierto interés por que:

- 1) Descompone el proyecto de intervención (plan) en atributos y niveles para cada atributo
- 2) Permite conocer cuán importantes son los atributos de un espacio para sus futuros usuarios antes de que el proyecto se acabe de concretar, lo cual permite orientar su redacción
- 3) Se trata de una evaluación a priori y no a posteriori como en el caso de los referéndums, los cuales, han demostrado ser instrumentos rígidos y con poca aceptación por parte de la ciudadanía
- 4) Al evaluar simultáneamente los atributos mediante la elección de sólo uno de ellos permite detectar el *trade off* entre ellos. Esto en el planeamiento urbanístico es fundamental porque debido a diferentes razones, de las que destaca la presupuestaria, casi nunca es posible ofrecer los mejores niveles de todos los aspectos incluidos en el plan (p.ej. la mayor dotación de áreas verdes y a la vez la mayor cantidad de vivienda de interés social), lo que obliga a priorizar algunos aspectos.
- 5) Finalmente, pero no menos importante, uno de los atributos que se puede incorporar es el precio que los usuarios tendrían que pagar por acceder a los servicios del proyecto en cuestión⁷. De manera que si se pone en relación el coeficiente de este atributo con el de cualquier otro se puede inferir estadísticamente la disposición a pagar por dicho atributo. De esta manera es posible estimar el valor económico social de atributos específicos que conforman proyectos más amplios.

⁷ Dicho pago parece menos claro en el caso de proyectos relacionados con el espacio público, puesto que por antonomasia no existe la posibilidad de cobrar por acceder al mismo. Por tanto el vehículo de pago mediante el cual se materializa dicha contribución económica resulta esencial y por ello, los investigadores utilizan el pago de impuestos o de contribuciones por mejoras para hacer ver a los encuestados que efectivamente las obras públicas provienen de sus bolsillos a pesar de que no paguen directamente por la mayor parte de las mismas.

En definitiva el análisis conjunto se presenta como un instrumento capaz de ofrecer elementos de análisis que permitan priorizar aquellos proyectos con más probabilidad de aceptación, y potencialidad de generar un mayor nivel de satisfacción entre la población que los usará. Es importante señalar que además del CBC existen otras variantes del análisis conjunto, sin embargo, tienen más limitaciones que la técnica aquí estudiada.

La teoría de la utilidad aleatoria que subyace en el análisis conjunto basado en la elección

La formación de preferencias y las elecciones que se derivan de ellas es un proceso complejo no exento de un cierto grado de aleatoriedad. La astucia del análisis conjunto estriba en suponer que dicho proceso puede ser simplificado y asimilado en la estructura de un modelo matemático relativamente simple, con un número limitado de elementos explicativos de la elección. En efecto, el análisis conjunto entiende que las utilidades parciales son significativas de la utilidad marginal que representa cada atributo para cada uno de los individuos entrevistados. La variante CBC es consistente con la teoría de la utilidad aleatoria, la cual asume que la toma de decisiones, en el contexto de un ejercicio de elección, está guiada por un mecanismo de maximización de utilidad o la satisfacción que el individuo cree le producirá dicha elección. De esta manera la alternativa elegida es aquella que aúna los atributos que resultan más convenientes, y que por tanto satisfacen o brindan mayor utilidad. Sin embargo, en dicho proceso de elección existe un cierto nivel de aleatoriedad originado por la imposibilidad de conocer y parametrizar todos los aspectos que tienen incidencia en las decisiones de los individuos (Thurstone, 1927; McFadden, 1974). Así la utilidad U es descompuesta en dos partes, una determinística V y otra estocástica e . La parte determinística, u observable, de la utilidad se puede explicar por las características de las opciones elegidas x y por las características s de los individuos. Mientras que la parte estocástica está relacionada con las características no observadas.

$$U = V_i(x, s) + e_i \quad (1)$$

Nótese que detrás de esa conceptualización existe el entendimiento de que en las elecciones existe una parte racional observable y parametrizable que es internalizada por el primer término; mientras que en el segundo quedan aquellos factores que o bien no son observables o responden al particular comportamiento y forma de pensar de cada individuo. En definitiva, en la teoría de la utilidad aleatoria subyace un elemento de decisión racional y otro que podría incorporar los componentes psicológicos o comportamentales de tipo intersubjetivo que pueden incidir en nuestras decisiones.

En su acepción más común (1) adopta la forma de una función lineal en dónde las utilidades parciales derivadas se adicionan. Si se conocen las características de un número finito de alternativas (dentro de un conjunto C), en el contexto de un experimento de elección, entonces es posible conocer la probabilidad de elección de un individuo. Así, la probabilidad de elegir i en vez de j está expresada por:

$$P[(U_i > U_j), \forall j \neq i] = P[V_i - V_j](e_i - e_j) \quad (2)$$

En otras palabras, la probabilidad de que un individuo elija la alternativa i y no la j es igual a la probabilidad de que la alternativa i tenga una utilidad superior a la utilidad de j , una vez evaluadas todas las alternativas j del conjunto C finito que conforma el experimento de elección. La asunción de una forma específica de distribución del error comporta la definición del modelo de elección. Por lo general la distribución asumida es la de Weibull (valores extremos cuyas colas son más pesadas que las de la distribución normal) lo que deriva en que la probabilidad de elegir i se exprese en términos de una distribución logística de la forma:

$$P[(U_i > U_j), \forall j \neq i] = \frac{e^{\mu V_i}}{\sum_j e^{\mu V_j}} \quad (3)$$

En dónde μ es un parámetro de escala, inversamente relacionado con la desviación estándar del error. Dicho parámetro no es identificable del vector de parámetros β y se asume que es equivalente a la unidad. La calibración de (3) permite obtener los parámetros β , que modifican a las características opciones elegidas x en (1). Dichos parámetros son interpretados como las utilidades parciales o efectos: es decir el peso implícito de cada uno de los niveles de cada atributo en la elección del bien compuesto. Conocer dicho peso implícito nos permite desvelar, sin preguntarlo directamente, la estructura de preferencias de los "futuros" usuarios de los proyectos urbanísticos.

Aplicaciones en el ámbito urbano y territorial

Las aplicaciones del análisis conjunto en el diseño de productos y servicios han sido muy diversas. Al margen de los productos de consumo masivo de larga y corta duración, destacan aplicaciones en el diseño de planes de pensiones, software médico, la planificación de los recursos marinos e incluso el diseño de programas educativos universitarios (Orme, 2006). Sin embargo en el ámbito de la planificación y gestión del territorio está técnica ha tenido una aplicación marginal, a excepción del ámbito de los espacios naturales. La tabla siguiente resume los principales estudios en el ámbito territorial publicados en revistas indexadas en el ISI y Scopus en los últimos años, como se ve una mayor parte de ellos corresponden a análisis de tipo urbanístico.

Tabla 1 Selección de estudios que han aplicado el AC en el ámbito territorial y urbano publicados en revistas indexadas, Bengoehea, van der

| Autor | Año | Ámbito temático | País | Tipo de análisis conjunto | Finalidad |
|-------------------------|------|--|--------------|---------------------------|---|
| Marmolejo, C.; Ruiz, M. | 2013 | Intervención en ámbitos de regeneración urbana | España | CBC | Conocer la estructura de preferencias sobre la reconversión de una antigua instalación industrial |
| Bae, H. | 2011 | Planificación espacios verdes contiguos a los ríos | Corea | CBC | Conocer la DAP por mejorar el tratamiento de las riberas de los ríos a su paso por las ciudades |
| Nordh, H. <i>et al.</i> | 2010 | Planificación de pequeños parques urbanos | Noruega | CBC | Conocer la importancia de los atributos ambientales (p.e.: arborización, mobiliario, etc.) |
| Sayadi, S. | 2009 | Preferencias del paisaje agrícola | España | Ranking & Rating | Evaluar preferencias estéticas del paisaje y DAP |
| Alves, S. | 2008 | Planificación de parques de barrio adaptados a personas de la tercera edad | UK | CBC | Conocer los atributos relevantes (p.e.: cafeterías, arborización, toilets) en el diseño de parques de barrio para las personas mayores |
| Bengoehea, A. | 2007 | Planificación de parques naturales | España | CBC | Evaluar el nivel de biodiversidad |
| Earnhart, D. | 2006 | Valoración de los espacios abiertos en zonas residenciales | USA | Full-profile | Conocer la DAP por los espacios verdes adyacentes a las zonas residenciales |
| Sayadi, S. | 2005 | Preferencias de paisaje y componentes agrícolas | España | Ranking & Rating & CA | Evaluar preferencias estéticas del paisaje |
| Morrow-Jones, H.A. | 2004 | Planificación de barrios residenciales | USA | CBC | Conocer los atributos relevantes (p.e: densidad, tipología, dotación de áreas verdes) en las decisiones de localización residencial |
| Earnhart, D. | 2002 | Análisis de las preferencias residenciales | USA | CBC | Conocer la importancia de atributos en la elección de compra de la vivienda |
| Earnhart, D. | 2001 | Valoración de los espacios abiertos en zonas residenciales | USA | CBC | Evaluar la importancia de atributos ambientales (p.e.: humedales) en las decisiones de elección residencial |
| Van der Heijden | 2000 | Planificación de <i>parks & rides</i> | Países Bajos | CBC | Conocer la importancia de los atributos deseables en el diseño de autobuses lanzadera desde aparcamientos periféricos hacia zonas centrales |

Fuente: Revisión de las revistas indexadas en el ISI y Scopus en el año 2011, para las publicaciones comprendidas entre los años 2000 y 2013

La primera aplicación en el ámbito de la arquitectura ocurrió en 1982 cuando la cadena hotelera Marriot inicio el diseño de un nuevo tipo de hoteles (Courtyard) con base en un análisis conjunto adaptativo (Wind *et al.*, 1989). Esta tipología fue pensada para personas que realizan viajes de negocios al menos 6 veces al año y se alojan en hoteles de rango medio, y también para turistas esporádicos. Los 50 atributos evaluados fueron de tipo arquitectónico (p.ej. el tipo de piscina, el número de habitaciones, los equipamientos deportivos, el tipo de climatización, el tamaño de las habitaciones y el diseño de su baño) y de los servicios propios de la hostelería (p.ej. restauración, tiendas, servicio lanzadera, tipo de seguridad, etc.).

La información recabada de 601 personas en 4 áreas metropolitanas de los EEUU permitió orientar el diseño físico de los hoteles y de las estrategias en su comercialización. Tras demostrar la efectividad del análisis mediante el éxito de la nueva tipología el resto de hoteles de este y otros tipos de dicha cadena ha sido diseñado siguiendo los resultados de esta técnica.

En Italia el uso del análisis conjunto en la valoración del patrimonio arquitectónico y en la evaluación de proyectos de intervención urbana ha sido prolífero. Giaccaria (2005) ha utilizado un CBC en la evaluación de la posible creación de un "museo difuso" o ecomuseo en el entorno de la antigua residencia de Los Saboya "Reggia di Racconigini" en Piamonte. Los atributos evaluados estaban relacionados con los servicios (p.ej. guía, restauración, aparcamiento, etc.) y con los itinerarios. Los resultados de sus análisis, además de revelar la importancia de cada atributo, demostraron que el análisis conjunto representa una buena alternativa a la valoración contingente en la determinación de la disposición a pagar por los bienes ambientales. Massiani y Rosato (2008) han utilizado esta técnica para evaluar las preferencias de los futuros residentes del proyecto de transformación portuaria en Trieste, en este caso los atributos estaban relacionados con la preservación del patrimonio industrial y los usos del suelo compatibles con dicha transformación.

Dentro de los países iberoamericanos en España, el análisis conjunto ha tenido una importante relevancia en el análisis, el planeamiento y la gestión de los espacios naturales. Sánchez y Pérez (2000) han empleado esta técnica en el diseño y gestión de los espacios protegidos. En la línea del trabajo anterior, Sayadi *et al.* (2005; 2009) han utilizado el análisis conjunto, en su versión de *rating* y *ranking*, para evaluar las preferencias de los visitantes de las Alpujarras sobre los atributos que dotan de calidad al paisaje en su vector natural y agrario.

De esta manera han podido priorizar los elementos del paisaje natural y antropizado que resultan más atractivos desde una perspectiva estética. Álvares-Farizo & Hanley (2001) han usado la técnica para evaluar la implantación de centros de producción de energía eólica en la Plana de Zaragoza. De esta manera han encontrado que las personas perciben que el principal impacto de la implantación de los aerogeneradores incide sobre la flora y fauna, y en menor medida en la modificación del paisaje y la protección de las estructuras geológicas. Mientras que el trabajo de Marmolejo y Ruiz (2013) aporta elementos para discernir sobre el futuro de una planta industrial en Manresa cuyo futuro podría pasar por el redesarrollo completo del ámbito o la modificación puntual. *Este trabajo pretende usar el análisis conjunto en el diseño de un novedoso sistema de transporte en un recinto urbano concreto, para evaluar las características del propio sistema como de su integración urbanística necesarias para garantizar su aceptación por parte de los usuarios potenciales.*

2. El Group transit system "Autotrén" y su posible implementación en el Distrito Cultural de la Universidad de Guadalajara

Desde el año 2010 se está desarrollando en México la tecnología de un novedoso sistema de transporte público denominado *Autotrén*, tomando como base los sistemas *Group Rapid Transit* (GRT) y *Personal Rapid Transit* (PRT).

Los sistemas GRT y PRT empezaron a desarrollarse en Estados Unidos y Europa desde 1953 (Anderson,2000), sin embargo, es en los últimos 15 años que se han empezado a observar aplicaciones con resultados positivos en términos su explotación comercial, permanencia y aceptación entre los usuarios.

Los sistemas GRT y PRT forman parte de los denominados Automated Guideway Transit (AGT), equiparados como sistemas automatizados de taxis (Anderson, 2000). Más recientemente han sido integrados a la clasificación de Automated People Mover System (APMS) y, si bien tienen características similares, los que actualmente están en funcionamiento tienen ciertas variaciones técnicas que le dan particularidades en el mercado. Con la finalidad de tener claridad respecto de las posibilidades de este sistema de transporte describiremos a continuación sus características con algunas precisiones técnicas referidas al *Autotrén*, con la acotación de que este es un sistema aún en desarrollo.

- Los vehículos son automatizados y no requieren de conductor. La capacidad del vehículo puede ser de 3-6 pasajeros sentados (PRT); hasta 20 pasajeros parados y sentados (GRT). El autotrén está considerando la modalidad GRT con capacidad de hasta 12 pasajeros parados y sentados.
- El desplazamiento de los vehículos tiene como soporte una red de carriles exclusivos a nivel de piso, elevados o subterráneos. Por las características de los vehículos la vía es esbelta y requiere poca disponibilidad de espacio, por lo que su aplicación es más amigable con el contexto urbano que otros sistemas.
- Las estaciones generalmente están instaladas fuera de la guía ("off line") permitiendo el flujo continuo de vehículos en la red.
- El movimiento de pasajeros puede ser programado desde la estación de origen a la de destino, dependiendo de la modalidad del sistema: sin paradas intermedias para PRT y con paradas intermedias -por demanda- para GRT. En el caso del Autotrén, dado que maneja la modalidad GRT, los viajes se realizan a demanda de un grupo de pasajeros con destinos comunes, tratando de aminorar en lo posible las paradas intermedias.
- Los pasajeros puede encontrar vehículos disponibles, dependiendo de la modalidad del sistema, para uso inmediato en modalidad PRT o deberán esperar en la estación de origen en modalidad GRT. Para el caso del autotrén se está manejando la modalidad GRT con una previsión de tiempos de espera máximos de 5 minutos y posibilidades de reserva previa.
- Es posible programar la capacidad de la red de acuerdo con la demanda disminuyendo el tiempo entre vehículos (entre 3 segundos y en algunos casos hasta 0.25 segundos). El autotrén está manejando actualmente 3 segundos.
- Su velocidad puede ser programa de acuerdo con las características del desarrollo tecnológico y de su aplicación entre 15 y 40 km/h, sin embargo, hay algunos que pueden alcanzar hasta 70km/h (Vectus, 2010). El autotrén está planteando velocidades máximas de 40 km/h.
- Para su funcionamiento puede integrar diversos sistemas de propulsión. Los desarrollos más innovadores cuentan con energía eléctrica renovable sin emisiones locales al ambiente. El autotrén está manejando actualmente un sistema híbrido, es decir combina motores de carburante y eléctricos con la tendencia futura a utilizar solamente el eléctrico.

En los últimos 10 años se han desarrollado en el mundo diversos sistemas basados en la tecnología GRT y PRT, algunos de los cuales destacamos a continuación por su presencia en el mercado y sus aplicaciones en funcionamiento.

Una de las más ambiciosas aplicaciones GRT en ámbitos urbanos se ha desarrollado en Masdar City (Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos), la cual previó desde su diseño el funcionamiento de 3000 vehículos PRT que darían soporte a 130,000 viajes/día a través de 85 estaciones (2getthere, 2012), aunque a finales del 2011 transportaban poco más de 3000 viajes/día. Esta aplicación fue desarrollada por la empresa 2getthere quien desde 1997 ha puesto aplicaciones en funcionamiento en los Países Bajos.

Ultra Global con sede en el Reino Unido es otra de las empresas que ha tenido un importante desarrollo en los últimos años. A principios del 2011, puso en funcionamiento su primera aplicación comercial y uno de los desarrollos PRT más ambiciosos de la última década en el Aeropuerto Internacional de Heathrow en Londres. El sistema permite la conexión entre la Termina 5 y el estacionamiento VIP mediante una red de 3.8 Km que moviliza en promedio 1000 pasajeros por día.

En India está desarrollando su primera aplicación urbana en la ciudad de Amritsar de 8 km de vías elevadas que prevén movilizar 5000 pasajeros al día (Ultra Global PRT, 2011).

Localizada en Gran Bretaña y con capital coreano, Vectus es otra de las empresas desarrolladoras de sistemas PRT. Actualmente tiene en construcción un desarrollo en modalidad PRT en la ciudad de Suncheon en Corea del Sur y su tecnología que le permite alcanzar velocidades de hasta 70 km/h (Vectus, 2011).

En América Latina, la ciudad de Teresina en Brasil realizó estudios para la aplicación de un sistema GRT que empezaría a funcionar en 2012 (PRT Consulting, 2011), mientras que en México ciudades como Guadalajara y León han empezado a considerar estos sistemas como alternativas para resolver la movilidad en corredores de densidad media.

La Universidad de Guadalajara, en el año 2011, se integró al Consorcio Alianza Estratégica y Red de Innovación para Sistemas Avanzados de Transporte Urbano Sustentable (AERI), cuyo objetivo es el desarrollo del Autotrén, para contribuir, entre otras actividades, con los proyectos de aplicación piloto del sistema que permitan evaluar su funcionamiento y documentar los procesos para su aplicación. Dicho Consorcio está integrado por empresas, universidades y organizaciones civiles que han participado en diversas actividades para el desarrollo del sistema Autotrén. La participación de la Universidad de Guadalajara se estableció a través de profesores y estudiantes de los posgrados: doctorado en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad y maestría en Procesos y Expresión Gráfica en la Proyección Arquitectónica - Urbana, los cuales sumaron la colaboración del Centro de Política de Suelo y Valoraciones de la Universidad Politécnica de Cataluña, España; así como la asesoría del Instituto de Estudios Regionales y Metropolitanos de Barcelona de la Universidad Autónoma Barcelona, España y del Centre for Traffic Research del Royal Institute of Technology, Suecia.

Los proyectos de aplicación piloto se han desarrollado en dos fases, la primera se centró en poner a prueba el sistema en entornos cerrados como parques temáticos, parques industriales y campus universitarios, para la cual se tomó como caso de estudio el Zoológico Guadalajara. La segunda tiene el objetivo de realizar una aplicación urbana, para la cual se consideró el corredor que conecta el denominado Distrito Cultural de la Universidad de Guadalajara.

El Distrito Cultural Universitario (DCU) es un proyecto integral de la Universidad de Guadalajara, de 162 ha de superficie, localizado al norponiente de la Zona Metropolitana de Guadalajara en México, el cual está integrado por el Centro Cultural Universitario (CCU), que prevé una superficie de 92 ha (Universidad de Guadalajara, 2010), en donde se construirán equipamientos culturales, viviendas, espacios públicos y comerciales; así como los Centros Universitarios de Ciencias Económico Administrativas y Ciencias Sociales y Humanidades .

En el CCU, se encuentra ya en funcionamiento el Auditorio Telmex, la Biblioteca Pública del Estado Juan José Arreola y la Plaza del Bicentenario. El Auditorio Telmex está en funcionamiento desde septiembre del 2007 y desde entonces hasta junio del 2010 fue sede de 243 funciones, con un promedio de 5800 asistentes por evento y con capacidad de hasta 10000. (Universidad de Guadalajara, 2010). La Biblioteca Pública del Estado abrió sus puertas en octubre del 2012, tiene capacidad para atender a 3600 usuarios simultáneamente y prevé un flujo anual de 624 mil personas (Universidad de Guadalajara, 2010). La Plaza del Bicentenario empezó a funcionar en diciembre del 2010 como un espacio público vinculado a la Biblioteca Pública cuyo objetivo es promover actividades culturales y recreativas al aire libre.

Queda aún en proyecto el Conjunto de Artes Escénicas que prevé una sala de conciertos para 1,800 espectadores; un teatro de usos múltiples con capacidad para 900 espectadores y un Teatro Estudio con capacidad 900 espectadores. Asimismo está en proyecto el Museo de Ciencias Ambientales que prevé en su fase de mayor consolidación 300 mil visitantes anuales (Universidad de Guadalajara, 2010).

El CUCEA comprende 11 programas de licenciatura vinculados a las ciencias de la administración y la economía e integra una población de casi 16,890 estudiantes y casi 1000 plazas académicas (CUCEA, 2013). EL CUCSH fue reubicado en el DCU y cuenta con una población total entre niveles de licenciatura y posgrado de casi 11,000 estudiantes. Actualmente está en funcionamiento un primer módulo resultante de la primera etapa del proyecto que alberga casi 1000 personas entre personal administrativo y estudiantes (CUCSH, 2013).

La movilidad sostenible es un sin duda uno de los principales retos de las ciudades de América Latina y un tema central de la agenda pública que toca fibras sensibles de la población. El Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) ha definido la movilidad sostenible como la habilidad para satisfacer las necesidades presentes y futuras relativas al movimiento libre, accesibilidad, comunicación, negocios y conectividad, sin sacrificar valores humanos y ecológicos esenciales (WBCSD, 2004). Es en este tenor que se centra la importancia de promover el estudio de sistemas alternativos de movilidad que nos permitan hacer aportaciones para atender problemas específicos como es en este caso el Distrito Cultural de la Universidad de Guadalajara.

3. Diseño y aplicación del análisis conjunto basado en la elección

La implementación del análisis conjunto consiste en los siguientes puntos:

- 1) Determinación de los atributos y sus niveles
- 2) Especificación de pares prohibidos, es decir, de niveles de diferentes atributos que no es posible que se unan (p.e. aceras amplias y calzadas amplias, ya que la anchura de una va en detrimento de la otra para un ancho de vial fijo)
- 3) Determinación de la población objetivo, es decir de las personas cuya opinión interesa ser tenida en cuenta por cuanto son potenciales usuarias del proyecto
- 4) Diseño de la interface y estímulos gráficos
- 5) Aplicación de los experimentos de elección
- 6) Especificación y calibración de los modelos
- 7) Interpretación de resultados

Sin lugar a dudas de los pasos anteriormente reseñados el que mayor dificultad reviste es el primero, ya que de la correcta selección de los atributos y del número de niveles de cada uno depende que no excluyamos aspectos importantes que son valorados por las personas usuarias o al contrario que por querer incluir el mayor número produzcamos un experimento de elección con demasiada

información indigerible para los usuarios y por tanto incapaz de revelar una estructura de preferencias clara en el momento de calibrar los modelos estadísticos. En esta investigación se decidió realizar una aproximación basada en un grupo focal en el que participaron: 1) profesores de Arquitectura de la Universidad de Guadalajara como expertos en el ámbito urbanístico del Distrito Cultural de dicha institución, y además con experiencia en el análisis de las preferencias tapatías sobre el Autotrán; 2) ingenieros de la empresa Modutram que es la encargada de diseñar propiamente el sistema de transporte y su integración urbana; y 3) profesores de la Universidad Politécnica de Cataluña con cierta experiencia en la implementación del Análisis Conjunto en el ámbito urbano-arquitectónico. El proceso requirió de tres sesiones en las que se fueron concretando los atributos, sus niveles, los estímulos gráficos utilizados y su diseño computarizado. Como se ve, la conformación del grupo focal no incluye actores provenientes de la esfera civil o representantes de los colectivos universitarios a los que iría fundamentalmente orientado este nuevo sistema de transporte. Ello ha sido así, porque, con el uso del CBC, se ha querido contrastar hasta qué punto la opinión de los técnicos expertos en urbanismo y sistemas de transporte coincide con aquella expresada por sus futuros usuarios.

El principio seguido para la elección de los atributos y los niveles era el de incorporar características tanto del diseño del sistema de transporte (red y servicio) como de su integración urbanística buscando seguir un modelo parsimonioso. El resultado está contenido en la tabla inferior sobre la cual cabe realizar algunos comentarios. El nivel de privacidad se refiere a la forma en cómo se comparten los vehículos: estos pueden operar como un taxi (primer nivel) o como un autobús (segundo nivel). La forma de llamar los vehículos a la estación puede ser sólo presencialmente (primer nivel) o también de forma anticipada utilizando los recursos de las TIC (segundo nivel) y los dispositivos móviles. La seguridad pública es un atributo que el grupo focal coincidió en incluir dado el deterioro de la misma observado en las ciudades mexicanas o al menos la percepción de la ciudadanía. Así, la seguridad no se refiere a la fiabilidad del sistema, sino a la integridad individual.

Los niveles son alto, medio y bajo, mientras que el primero podría invadir la intimidad de los usuarios al contar, entre otros dispositivos, con cámaras permanentemente conectadas dentro de los vehículos; en el último solo se ofrece un sistema de intercomunicación que es activado a discreción de los usuarios en caso de requerir una asistencia o emergencia.

La forma en cómo se integran las estaciones al tejido urbano fue otro aspecto relevante, ya que como se ha dicho anteriormente estos sistemas de transporte pueden tener vías terrestres, aéreas y soterradas, y sus estaciones pueden tener las mismas configuraciones. Habiendo descartado la opción de soterramiento, la accesibilidad y configuración de las estaciones adopta tres niveles en función de su relación con el nivel de la calle y los sistemas de comunicación vertical con los que cuentan. Otro aspecto relacionado con el diseño de las estaciones es la forma en cómo se abastecen de recursos energéticos e hídricos, debido a que la sustentabilidad ambiental es un aspecto que despierta gran interés en relación a su nivel de deseabilidad por parte de los usuarios, por esa razón este atributo adopta tres niveles que van desde lo convencional a lo sostenible (recuperación de aguas pluviales para la limpieza de la estación y energía solar para el alumbrado), pasando por una solución híbrida. La integración del nuevo sistema a la ciudad supone el diseño intermodal, es decir, su conexión tanto con las redes de transporte público y privado existentes como con los puntos de mayor relevancia en las proximidades del Distrito Cultural. De esa manera el nivel más escueto incorporaría solamente la conexión con el periférico y tren ligero que son los puntos naturales de acceso a la red, el primero porque a través del mismo discurren las principales rutas de autobuses que contactan la zona con el resto de la metrópoli, y el segundo porque es el sistema de transporte público de alta capacidad más próximo a la zona. El segundo nivel además incluye un ramal que conectaría con la Calzada Independencia por donde circula el Macrobús y finalmente el último nivel incorpora además de los anteriores al Centro de Zapopan, como subcentro que por su papel estructurador de la

vida cotidiana y legado histórico se ha convertido en un punto de referencia metropolitano. Parece evidente que cuanto más interconectado esté el sistema mejor, y es lógico esperar que los encuestados seleccionen el nivel con mayores posibilidades de interconexión; sin embargo, el interés debe centrarse en los marginales entre los diferentes niveles, para evaluar si el incremento de utilidad producido por una nueva interconexión es relativamente más importante que otra y de esta manera valorar la percepción de utilidad que genera una en relación a la otra. Finalmente se ha decidido introducir el precio a pagar por un boleto sencillo con dos objetivos: 1) dar más realismo al experimento de elección y dejar ver a los participantes que su elección comportará el pago de una tarifa como en cualquier otro sistema de transporte público y por tanto inducir a realizar una elección más meditada; y 2) poder evaluar la disposición a pagar por el resto de los atributos. Para determinar los niveles extremos de este atributo se tomó en consideración el coste de los servicios de transporte sustitutivos al evaluado y actualmente existentes. Así, el nivel de 10 pesos corresponde aproximadamente al costo del boleto sencillo de un viaje en bus, mientras que el más alto de 40 pesos, al de un viaje en taxi desde la estación de tren ligero hasta el Auditorio Telmex.

Tabla 3. Atributos y niveles usados en el experimento de elección

| Grupos | Atributos | Niveles |
|----------------------------------|--|---|
| Gestión | <i>1. Nivel de Privacidad</i> | Usted + familiares y/o personas conocidas |
| | | Usted + Personas No conocidas |
| | <i>2. Modos de operación</i> | Llamado en estación |
| | | Llamado por celular, internet o en la estación |
| Aspectos Técnicos del PRT | <i>3 – Propulsión del motor</i> | Energía eléctrica |
| | | Híbrido |
| Aspectos de Seguridad | <i>4. Seguridad</i> | Alta: Cámara e intercomunicador en vehículos + Cámaras de vigilancia en estaciones + Personal de vigilancia en estaciones |
| | | Media: Cámaras de vigilancia y personal de vigilancia en las estaciones e intercomunicadores en los vehículos |
| | | Baja: Estaciones de video vigilancia en estaciones e intercomunicador en los vehículos |
| Diseño de las estaciones | <i>5. Accesibilidad y Configuración</i> | A nivel de calle |
| | | Elevadas con escaleras y rampa |
| | | Elevadas con escaleras y elevador |
| | <i>6. Gestión de energía y agua</i> | Manejo convencional |
| | | Manejo híbrido de energía |
| | | Manejo sostenible |
| Localización y Conexión | <i>7. Conexión con otros transportes públicos y puntos de la ZMG</i> | Periférico y tren ligero |
| | | Periférico y tren ligero + Calzada independencia/ Macrobus |
| | | Periférico y tren ligero + Calzada independencia/ Macrobus + Centro de Zapopan |
| | | |
| Aspectos Económicos | <i>8. Precio del boleto sencillo</i> | 10 pesos |
| | | 20 pesos |
| | | 30 pesos |
| | | 40 pesos |

Una vez determinados los niveles y los atributos se procedió a determinar la población objetivo, en este caso los potenciales usuarios están comprendidos por: 1) los estudiantes, personal docente y administrativo de los centros educativos de la universidad, 2) los residentes y trabajadores de las zonas de vivienda y actividad económica proyectadas en el recinto, 3) los usuarios de los servicios culturales (p.e. Auditorio Telmex) y de ocio/esparcimiento (p.e. disfrute de los espacios públicos) del recinto. De todos los posibles usuarios aquellos relacionados con las infraestructuras universitarias y perteneciente a dicho colectivo son los más numerosos no sólo por el volumen de usuarios sino sobre todo por la frecuencia con la que accede al recinto, debido a que una parte de los edificios universitarios del complejo urbanístico fueron diseñados para dar servicio a toda la comunidad con independencia de la filiación. De esta manera se consideró que el universo poblacional es de 220.392 personas que es la cifra de personas que conforman el alumnado y personal académico y de administración de la UdG. De manera que para obtener resultados con un margen de error del 5% se encontró que la muestra representativa para respuestas de tipo cuantitativo como las incorporadas en el experimento de elección era de 384. Así antes de proceder a la aplicación del total de las encuestas se realizó una prueba piloto que una vez validada (eliminación de experimentos incompletos o inconsistentes) quedó en 68 participantes sobre los cuales se realiza en análisis ofrecido en este artículo. Se estableció que cada participante realizara 4 experimentos de elección, ya que la experiencia previa reveló que a partir de 5 experimentos las personas dejan de tener interés y sus respuestas son más rápidas a costa de ganar aleatoriedad (con lo cual los modelos pierden capacidad explicativa). Por otra parte, 4 experimentos es un número adecuado porque el primero generalmente sirve de aprendizaje al encuestado. La forma en cómo se construyeron los experimentos sigue un "balanced overlap"⁸.

Es importante aclarar que los expertos del CBC sugieren que "en las investigaciones preliminares es suficiente con utilizar muestras entre 30 y 60 personas" (Orme, 2006, pág. 17). Así la encuesta piloto se realizó del 21 de junio al 15 de julio de 2012.

Por su parte para diseñar la interfase y los estímulos gráficos se decidió utilizar una encuesta en computador a través de Internet, ya que la experiencia pasada sugirió que, en relación a una encuesta presencial en dónde hay un encuestador frente al participante: 1) las personas tienen más tiempo para contestar y por tanto pueden hacer elecciones más meditadas, y 2) las personas tienden a ser más sinceras con respecto a temas relacionados con correcciones políticas o su nivel de ingresos. De esta manera se procedió a implementar la encuesta en el Software SSI Web de Sawtooth en una estructura de 5 etapas:

1. Primero se contextualiza al encuestado realizando una muy breve descripción del Distrito Cultural Universitario y se averigua si ya lo conocía y, en su caso, qué tipo de relación tiene con él. Con las respuestas obtenidas, se pueden segmentar los resultados de otros apartados para ver si existen diferencias considerables.
2. Luego se indaga, en su caso, el transporte utilizado para llegar al Distrito Cultural Universitario (DCU) y los elementos (p.e. seguridad, costo, sustentabilidad, comodidad, etc.) que valora a la hora de elegir un medio de transporte. Esta información sirve para hacer análisis relacionales por características de la población y tratar de identificar tendencias que podrían servir a la hora de planificar el sistema de transporte o de promocionarlo.

⁸ El método de superposición equilibrada o "Balanced Overlap": Este método es una posición intermedia entre método random y el método de estrategias de enumeración completa. Permite aproximadamente la mitad de traslape entre niveles al igual que el método random. Se realiza un seguimiento de las co-ocurrencias de todos los pares de niveles de atributos, pero con un estándar relajado en relación al método de estrategia de enumeración completa con el fin de permitir la superposición de niveles dentro del mismo experimento de elección. No hay niveles duplicados dentro del mismo experimento de elección. El método de superposición equilibrada es casi tan eficiente como el método de enumeración completa o el método shortcut en relación a los efectos principales, pero es sensiblemente mejor que cualquiera de esos métodos en términos de aumentar la precisión de las estimaciones de los términos de interacción, es decir la potenciación de las preferencias que se hace por la aparición de combinación de niveles de diferentes atributos.

3. A continuación se identifica la relación que tiene el encuestado con la Universidad de Guadalajara. Esto permite verificar si la muestra real se asemeja, en proporción, a la comunidad universitaria y además identificar si hubo participación externa⁹.

4. En seguida, se implementa el experimento de elección. Para ello se inicia explicando la posibilidad de crear un nuevo sistema de transporte para unir el DCU con el resto de la ciudad, y cada una de las características (atributos y niveles) que podría tener. Dicha explicación se realiza de la forma más sencilla posible e intentando ser neutral en relación a la conveniencia de cada característica (ver ejemplo en la figura inferior). Para algunos niveles se asocia un ícono representativo de la característica que luego es utilizado en el experimento de elección. A continuación, se explica que de los proyectos que se ofrecerán se debe elegir aquel que, por sus características, resulte más conveniente; o en su defecto, si ninguno cumple las expectativas, que se rechacen todos y se acepte el status quo es decir quedarse con los medios de transporte actualmente existentes en la zona del DCU. Al finalizar el experimento de elección se pregunta por las veces al mes que el encuestado estaría dispuesto a usar el sistema de transporte, y de esta forma se pueden inferir posibles cambios modales.

Figura 1. Ejemplo de presentación de las características relacionadas con el diseño de las estaciones

5. Accesibilidad y Configuración de las estaciones

Además de las medidas pertinentes de accesibilidad para invidentes, las estaciones podrían ser:

a. A nivel de calle:
El usuario no haría ningún esfuerzo adicional para ingresar en ellas.

b. Elevadas con escaleras y rampa:
Se debe superar una altura similar a dos plantas en escaleras o caminar por una rampa apta para las personas con movilidad reducida.

c. Elevadas con escaleras y elevador:
Se debe superar una altura similar a dos plantas en escaleras o en elevador.



The image shows a presentation slide with two side-by-side photographs of station designs. The left photo is labeled 'ESTACIÓN A NIVEL DE CALLE' and shows a modern, low-profile station entrance at street level. The right photo is labeled 'ESTACIÓN ELEVADA' and shows a station entrance elevated on a platform with a red roof. Below the photos are two black arrows pointing left and right, and a progress bar at the bottom indicating 0% on the left and 100% on the right.

5. Finalmente se recoge la información demográfica y socioeconómica: relación con la Universidad de Guadalajara, edad, estudios terminados, situación laboral, ingresos, lugar de residencia y sexo. Informaciones todas ellas que podrían permitir mejorar la comprensión de la estructura de preferencias.

⁹ Los encuestados fueron contactados mediante correo electrónico a partir de los registros de la Universidad para invitarles a participar; sin embargo, ello no obsta para que haya podido llegar a personas fuera del universo.

Figura 2. Interface del experimento de elección

De las alternativas que se muestran a continuación, por favor elija la que más le gusta y se ajusta a sus necesidades.

| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| Privacidad | Usted + personas No conocidas | Usted + familiares y/o conocidos | Usted + personas No conocidas | <p>Ninguno de los proyectos anteriores.</p> <p>Preferiría llegar al CCU en camión, taxi o en otro de los medios de transporte actuales.</p> |
| Llamado del vehículo |  |  |  | |
| Propulsión del motor | Híbrido. | Energía eléctrica. | Energía eléctrica. | |
| Seguridad |  |  |  | |
| Accesibilidad en Estaciones | Elevadas con escaleras y ascensor | Elevadas con escaleras y rampa. | A nivel de calle. | |
| Energía y Agua en Estaciones | Manejo sostenible | Manejo convencional | Manejo híbrido | |
| Conexión con la red de transporte existente | Conectado a: -Periférico y Tren ligero - Calzada Independencia/ Macrobus -Centro de Zapopan | Conectado a: - Periférico y Tren ligero - Calzada Independencia/ Macrobus | Conectado a: - Periférico yTren ligero | |
| Precio del boleto | 30 pesos. | 20 pesos. | 10 pesos. | |
| | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

Elija haciendo clic en uno de los botones redondos

4. Análisis de los resultados

El 66% de los encuestados dijeron conocer todo el proyecto del DCU, y un 73,5% el Auditorio Telmex. Del total un 65% realiza visitas esporádicas al recinto, y sólo un 10% dijo que en el caso de que mejorase la accesibilidad aumentaría la frecuencia de sus visitas. La mayor parte (un 78%) utiliza el automóvil para llegar al recinto, y sólo un 22% usa el transporte privado. La mayor parte (75%) de los respondientes tiene alguna filiación con la UDG, siendo los estudiantes la parte más numerosa como es de esperar. Debido a ello, el 73,4% tiene una edad comprendida entre los 24 y 45 años, con lo cual los estudiantes de posgrado parecen estar desviando hacia sí la representatividad de la muestra, mientras que el 66% son hombres lo que refleja cierto desequilibrio que no es sorprendente en las generaciones universitarias más decanas. El 26,8% tiene ingresos netos mensuales comprendidos entre los 9.100 y 18.200 pesos. Un 48,5% vive en el municipio de Zapopan y un 39,7% en Guadalajara. Del total de encuestados que acceden al DCU en coche, un 75% estaría dispuesto a realizar un cambio modal hacia el nuevo sistema de transporte, mientras que de los que llegan en transporte público sólo un 12,5% lo cual es coherente porque el GTR no es sustitutivo de aquellos sino complementario.

El resultado del modelo Logit se encuentra en la tabla inferior. Como se ve su poder de ajuste es modesto, ya que sólo es capaz de replicar un 25% de las elecciones que efectivamente realizaron los encuestados. Dicha limitación se debe, sin lugar a dudas, del carácter "piloto" de la encuesta, en cualquier caso, tampoco el r^2 es sensiblemente inferior al que se halla en estudios más amplios.

La lectura de los efectos, su magnitud, signo y significancia estadística permite revelar la estructura de preferencias aprehendida por el modelo. Así, en la dimensión de la privacidad como era de esperar las personas prefieren ampliamente la modalidad de configuración "tipo taxi" en donde el vehículo es compartido discrecionalmente, y por tanto queda a discreción de quien lo llama su compartición con terceras personas. Por su parte la forma preferida de llamado del vehículo es mediante medios telemáticos, por cuanto ello garantizaría que en el momento de llegada a la estación el vehículo ya esté esperando o esté en camino.

Evidentemente a efectos de gestión de dicho servicio debería haber garantías de que el usuario que ha llamado el vehículo efectivamente haga uso de él, una posible forma sería realizando un cargo por anulación de último momento o por no utilización. Sorprendentemente los temas relacionados con la sustentabilidad no tienen un papel relevante en las preferencias de las personas. Es cierto que existe una ligera tendencia a preferir vehículos eléctricos por sobre los mixtos (eléctrico/combustión), y que la gente preferiría un sistema de gestión energética e hidráulica mixto (captación/conexión a red) por sobre otro exclusivamente convencional (conexión a red), pero en ninguno de los dos casos las variables resultaron estadísticamente significativas.

Dichos resultados son muy sorprendentes a la luz del público que realizó los experimentos de elección que como se ha dicho eran en su mayor parte universitarios y además, con estudios superiores cursados o en curso, presuntamente concienciados de la importancia de promover sistemas sustentables.

Lo cual anticipa un mal pronóstico de dichos aspectos en el caso de que la encuesta fuera abierta al gran público. Muy por el contrario los elementos dispuestos para garantizar la integridad de las personas resultaron relevantes.

En concreto el menor número de elementos muestra un rechazo, y por ende, una utilidad negativa, mientras que cuanto mayor es el número de elementos de seguridad más utilidad percibida aparece en el modelo, a pesar de que ello va en detrimento de la intimidad de los usuarios por cuanto el hecho de que exista una cámara de video-vigilancia en el vehículo supone una merma de la privacidad, quizá por ello, si bien esta opción es la que mayor utilidad positiva aporta sólo es significativa al 90% de confianza.

El diseño de las estaciones fue otro de los atributos cuyos niveles no demostraron tener un efecto sobre las preferencias de las personas. Si bien se alcanza apreciar que los encuestados querrían que las estaciones estuviesen al nivel de la calle, o en su defecto, que contasen con elevador en vez de rampa (además de escaleras en ambos casos).

El diseño del trazado es otro de los atributos que merece atención y cuantos más puntos de conexión con otras redes ofrece el nuevo sistema de transporte mejor. Sin embargo, dicha progresión no es lineal, ya que la adición de la conexión con la Calzada Independencia por donde discurre el Macrobús no parece añadir suficiente interés y convertir esta opción en positiva.

Muy por el contrario la adición del Centro de Zapopan como posible punto de conexión es suficientemente importante como para haber atraído la atención de los usuarios con el mayor coeficiente (utilidad parcial) y significancia estadística (t de student de 6,06).

Lo cual, si se mira en perspectiva, no parece sorprendente dada la estratificación socioresidencial que denotan los tejidos urbanísticos tapatíos en donde las clases medias y altas, a las cuales pertenece una buena parte de la comunidad universitaria, y de los potenciales usuarios de los servicios culturales del DCU (p.e. Auditorio Telmex o Biblioteca central) viven precisamente al occidente de la metrópoli y más específicamente en el municipio de Zapopan en donde precisamente se ubica el DCU.

Tabla 4 Resultados de calibración del modelo logit

| | |
|----------------------------------|---------|
| rh | 0,358 |
| Log-likelihood for this model | -279,52 |
| Log-likelihood for null model | -377,07 |
| Diferencia | 97,55 |
| Porcentaje de acierto | 25,87% |
| Consistent Akaike Info Criterion | 658,13 |
| Chi cuadrado | 195,09 |
| Chi cuadrado relativo | 13,01 |

| No. | Efecto | Std Err | t Ratio | Niveles de los diferentes atributos |
|-----|---------------|---------|---------|--|
| 1 | 0,16 | 0,080 | 2,04 | 1 1 Usted + familiares y/o conocidos |
| 2 | - 0,16 | 0,080 | - 2,04 | 1 2 Usted + personas No conocidas |
| 3 | - 0,27 | 0,084 | - 3,15 | 2 1 Llamado en estación |
| 4 | 0,27 | 0,084 | 3,15 | 2 2 Llamado por celular, internet o en estación |
| 5 | 0,07 | 0,079 | 0,94 | 3 1 Energía eléctrica. |
| 6 | - 0,07 | 0,079 | - 0,94 | 3 2 Híbrido. |
| 7 | 0,19 | 0,110 | 1,73 | 4 1 Cámara Est. + Inter. Veh.+ Personal Est. + Cámara Veh. |
| 8 | 0,06 | 0,111 | 0,54 | 4 2 Cámara Est. + Inter. Veh.+ Personal Est |
| 9 | - 0,25 | 0,113 | - 2,21 | 4 3 Cámara Est. + Inter. Veh. |
| 10 | 0,01 | 0,109 | 0,06 | 5 1 A nivel de calle. |
| 11 | - 0,07 | 0,110 | - 0,60 | 5 2 Elevadas con escaleras y rampa. |
| 12 | 0,06 | 0,107 | 0,56 | 5 3 Elevadas con escaleras y ascensor |
| 13 | - 0,10 | 0,110 | - 0,88 | 6 1 Manejo convencional |
| 14 | 0,13 | 0,109 | 1,18 | 6 2 Manejo híbrido |
| 15 | - 0,03 | 0,110 | - 0,28 | 6 3 Manejo sostenible |
| 16 | - 0,54 | 0,137 | - 3,97 | 7 1 Periférico y Tren Ligero |
| 17 | - 0,14 | 0,117 | - 1,15 | 7 2 Periférico y Tren Ligero + C. Independencia /Macrobus |
| 18 | 0,68 | 0,112 | 6,06 | 7 3 Periférico y Tren Ligero + C. Independencia /Macrobus + centro Zapopan |
| 19 | 0,52 | 0,135 | 3,87 | 8 1 10 pesos. |
| 20 | 0,61 | 0,141 | 4,32 | 8 2 20 pesos. |
| 21 | - 0,22 | 0,158 | - 1,41 | 8 3 30 pesos. |
| 22 | - 0,91 | 0,189 | - 4,81 | 8 4 40 pesos. |
| 23 | - 1,67 | 0,289 | - 5,76 | NONE |

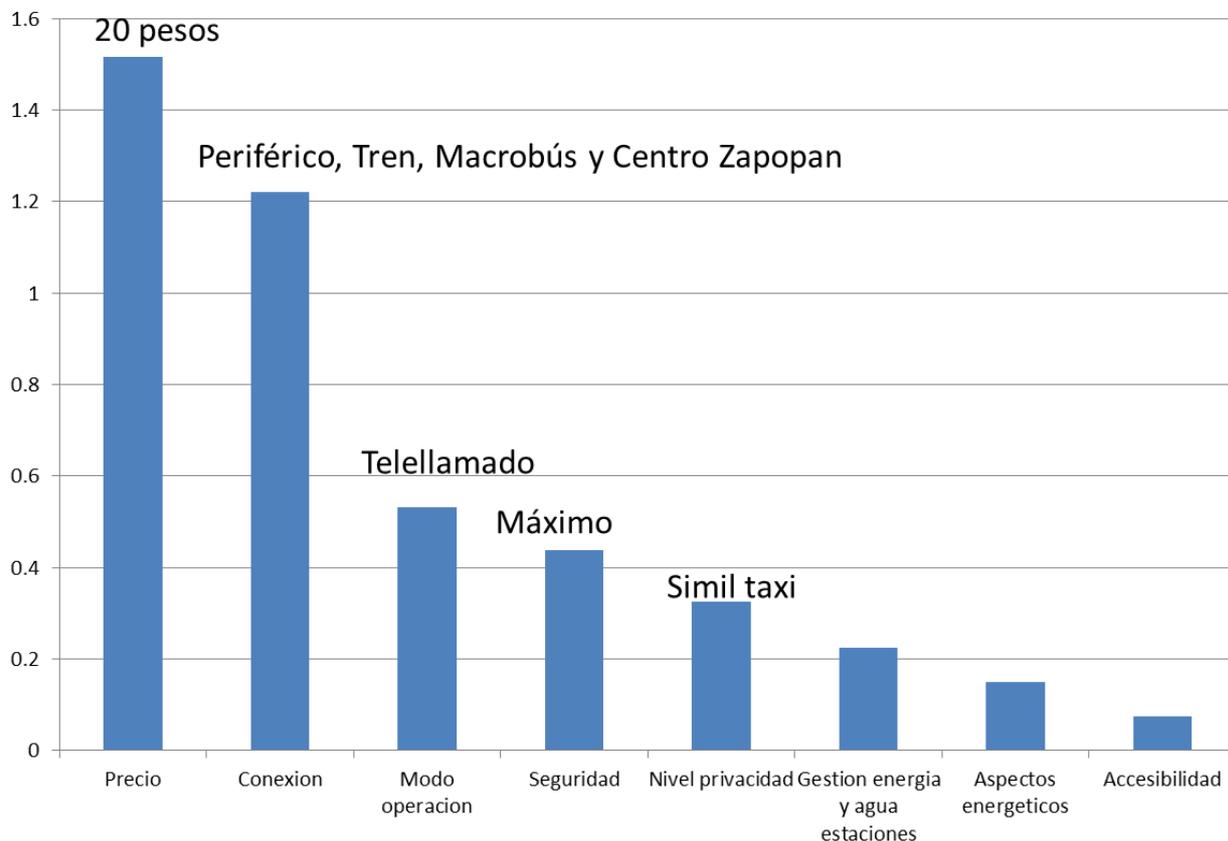
En negrita están los niveles de los atributos significativos al 95% de confianza

Finalmente por lo que al precio¹⁰ se refiere la estructura de preferencias revela lo que es evidente: cuanto mayor es el costo del boleto sencillo menor es la satisfacción que genera sobre la función de utilidad de los usuarios, de hecho existe una extracción de utilidad (porque pagar más por un boleto de este transporte significaría perder la oportunidad de consumir otros servicios y bienes). Sin embargo, y muy relevante es el hecho de que la opción más preferida no es la más baja, sino la media baja equivalente a 20 pesos, lo cual es significativo de que los encuestados aprecian el nuevo sistema de transporte, al grado de estar dispuestos a pagar un poco más que la alternativa más económica que es el autobús.

¹⁰ Nótese que en este caso los diferentes precios se han introducido como variables dummy a pesar de la naturaleza continua de la variable. Esto se ha hecho así precisamente para poder estimar con mayor precisión la cantidad más elegida, de lo contrario simplemente se habría encontrado un coeficiente negativo sin distinguir con precisión las preferencias de los usuarios en relación al atributo.

Para conocer la relevancia relativa de los atributos se ha construido el gráfico inferior, en dónde las barras representan la distancia absoluta entre los atributos con efectos opuestos. Cuanto más grande es el valor mayor es la importancia del atributo, es decir mayor es la atención que despertó en los encuestados durante los experimentos de elección.

Figura 3 Importancia relativa de los atributos evaluados



Con meridiana claridad se observa que el atributo precio es que atrajo más la atención, por tanto la política de precios parece ser un factor decisivo en el éxito del sistema de transporte, seguido por su nivel de integración urbanística. Muy lejos siguen los aspectos relacionados con el diseño propiamente dicho del servicio y el sistema de transporte. En particular las facilidades de llamado del vehículo acrecentadas por la difusión de los dispositivos portátiles con acceso a Internet o comunicación de datos mediante SMS parecen dar bastante margen de maniobra en la gestión del sistema.

Asimismo, con una importancia similar se aprecia el nivel de dispositivos de seguridad que permitirían a los usuarios ponerse en contacto audiovisual con un centro de control en el caso de que se suscitase un incidente. La exclusividad en el uso del vehículo es importante pero no tanto como se esperaría, queda en el último lugar antes de la aparición de los atributos no significativos, que como se ha dicho, son tanto los relacionados con la sustentabilidad del sistema como con el diseño arquitectónico de las estaciones.

Es por tanto el diseño de la red y la política de precios los bastiones sobre los que habría que sustentar un sistema de transporte capaz de adaptarse a las necesidades de los potenciales usuarios en el Distrito Cultural Universitario de Guadalajara.

5. Discusión y conclusiones

Arquitectos y urbanistas requerimos contar con herramientas que permitan de una forma objetiva aprehender las preferencias de la población para quien diseñamos edificios y ciudades. Requerimos por tanto contar con instrumentos que permitan hacer realidad el derecho a la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre la intervención en el territorio. Incursionar en el estudio de las mismas es una tarea compleja por cuanto detrás de las mismas subyacen necesidades objetivas, pero también percepciones creadas en torno a construcciones sociales. Se trata por tanto de elementos objetivos mezclados con otros subjetivos de índole psicológico e intersubjetivos de tipo sociológico los que determinan la forma en cómo nos comportamos y usamos la ciudad.

En este artículo se ha realizado una primera exploración sobre las potencialidades y limitaciones del análisis conjunto como vehículo para extraer la estructura de preferencias de una parte de los potenciales usuarios de un nuevo sistema de transporte público que podría conectar el Distrito Cultural Universitario (DCU) de Guadalajara con el resto de la red metropolitana de transporte. A diferencia de las técnicas cualitativas, generalmente basadas en entrevistas, grupos focales u observación participante, el análisis conjunto es incapaz de extraer conclusiones individuales necesarias para aprehender en profundidad la forma de pensar y actuar de los sujetos; por tanto, sólo es válido para llegar a conclusiones genéricas, es decir extra conclusiones sobre la generalidad.

Sin embargo, frente a otras técnicas de su misma familia cuantitativa parece una herramienta más potente porque: 1) permite evaluar la importancia relativa de cada atributo que conforma un proyecto potencial, a través del establecimiento de compensaciones de utilidad; 2) permite conocer qué características aportan valor y cuales lo extraen. Permite, en definitiva, evaluar los atributos de los proyectos, y no los proyectos en sí mismos como ocurriría con los referéndums o el rating/ranking contingente. Sin embargo, a la luz de los resultados obtenidos en el caso del Autotrán para el Distrito Cultural Universitario tapatío no podemos concluir que sea una técnica que pueda ser utilizada en solitario en el estudio de las preferencias. Densas nubes se ciernen sobre su utilización unitaria, ya que en nuestra prueba un 38% de los atributos estudiados resultó no ser significativo en la conformación de las preferencias reveladas. Esto pone de relieve que las preocupaciones de los técnicos, seguramente fundadas en criterios objetivos y emanados de la lógica urbanística e ingenieril del proyecto, no coinciden plenamente con la forma en cómo son percibidos por los usuarios. Al ser una técnica cerrada, en dónde sólo se evalúan algunas de las características del proyecto que previamente han sido definidas por el investigador, resulta muy rígida y no da garantía de que existan otros factores relevantes que los usuarios tendrían en cuenta a la hora de decidir efectivamente.

Hace falta, por tanto, ver que en esta técnica existen luces, pero también sombras, y que en el mejor de los casos debería complementarse con estudios preliminares (p.e. encuestas abiertas) que permitan ver hasta qué punto los atributos y niveles que se incorporan en el experimento conjunto son verdaderamente los relevantes en conformación de la estructura de preferencias.

Referencias bibliográficas

- Alves, Susana; Peter A. Aspinall; Catharine Ward Thompson; Takemi Sugiyama; Roger Brice, Adrian Vickers (2008). "Preferences of older people for environmental attributes of local parks: The use of choice-based conjoint analysis", *Facilities*, Vol. 26, N° 11, pp. 433-453.
- Anderson, Edward (2000). "A review of the state of art of personal rapid transit". *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 34, N° 1, pp. 3-29.
- Álvarez-Farizo, B.; Hanley, N. (2001). "Using conjoint analysis to quantify public preferences over the environmental impacts of wind farms. An example from Spain", *Energy Policy*, N° 30, pp. 107-116.
- Bae, H. (2011). "Urban stream restoration in Korea: Design considerations and residents' willingness to pay", *Urban Forestry & Urban Greening*, N° 10, pp. 119-126.
- Bengochea, A.; Fuentes, A.M.; Del Saz, S. (2007). "Conjoint Analysis and natural áreas: an application to the Desert de les Palmes Park", *Forest Systems*, Vol. 26, Num 2, pp. 158-167
- CUCEA, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (2013). *Información de Indicadores Básicos*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara. Recuperado el 23 de junio del 2013 de http://www.cucea.udg.mx/sites/default/files/NUMERALIA_CUCEA_MARZO_2013.pdf.
- CUCSH, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades (2013). *Informe de Actividades 2012-2013*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Earnhart, D. (2001). "Combining Revealed and Stated Preference Methods to Value the Presence and Quality of Environmental Amenities", *Land Economics*, Vol. 77, N° 1, pp. 12-29.
- Earnhart, D. (2006). "Using Contingent Pricing Analysis to Value Open Space and its Duration at Residential Locations", *Land Economics*, Vol. 82, N° 1, pp. 17-35.
- Giaccaria S., (2005). *Stated preferences analysis for the evaluation of environmental and cultural heritage: operating limits and perspectives*. Dissertation PhD in Real Estate and Economic Valuations, Turin: Polytechnic University of Turin.
- Hensher, D.; Rose, John; Greene, William (2005). *Applied Choice Analysis*. Cambridge: Cambridge University press.
- Marmolejo, Carlos; Ruiz, Manuel (2013). "Using choice experiments to support real estate decisions", *Journal of European Real Estate Research*, Vol. 6, Num 1, pp. 63-89.
- Massiani, J.; Rosato, P. (2008). "Using conjoint analysis to investigate preferences of inhabitants for the future of a greyfield area: an application to the Old Port in Trieste", *European Transport \ Trasporti Europei*, N° 39, pp. 59-81.
- McFadden, D. (1974). "Conditional Logit analysis of qualitative choice behavior", in Zarembka, P. (ed.). *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press, pp. 105-142.
- Morrow-Jones, H.; Irwin, H. G.; Roe, B. (2004). "Combining Revealed and Stated Data to Examine Housing Decision Using Discrete Choice Analysis", *Housing Policy Debate*, Vol. 15, N° 1, pp. 171-202.
- Nordh, H.; Alalouch, C.; Harting, T. (2011). "Assessing restorative components of small urban parks using", *Urban Forestry & Urban Greening*, N° 10, pp. 95-103.
- OMS (2010). *Informe sobre la salud en el mundo*. New York: Organización Mundial de la Salud.
- Orme, Bryan K. (2006). *Getting strated with Conjoint Analysis, Strategies for product design and Pricing Research*. Research Publishers LLC.
- Orme, Bryan K. (2009). *Fine-Tuning CBC and Adaptive CBC Questionnaires*. Research paper series. Sawtooth software.
- PRT Consulting (2011). "Brazil: Bold project en Teresina provides cabins carrying passengers". *PRT Consulting*. <http://prtconsulting.com/news.html> recuperado el 03 de marzo del 2013.

- Sánchez, M.; Pérez, L. (2000). "Análisis Conjunto y Gestión Pública de Espacios Protegidos: Una Aplicación al Parque Natural de Gorbea", *Hacienda Pública Española*, Vol.153, N° 2, pp. 117-130.
- Sayadi S, Roa M., Requena J.C. (2005). "Ranking versus scale rating in conjoint analysis: Evaluating landscapes in mountainous regions in southeastern Spain", *Ecological Economics*, Vol. 55, N° 4, December, pp. 539-550.
- Sayadi, Samir; González-Roa, M. Carmen; Calatrava-Requena, Javier (2009). "Public preferences for landscape features: The case of agricultural landscape in mountainous Mediterranean areas", *Land Use Policy*, Vol. 26, N° 2, April, pp. 334-344.
- Suzuki, Hiroaki; Cervero, Roberto; Luchi, Kanako (2012). *Transforming Cities with Transit. Transit and Land Use Integration for Sustainable Urban Development*. New York: Banco Mundial.
- Thurstone, L. (1927). 'A Law of Comparative Judgement', *Psychological Review*, N° 4, pp. 273-286.
- Ultra Global PRT (septiembre 15, 2011). "Low cost transport for a sustainable future". *Ultra Global PRT*: <http://www.ultraglobalprt.com>
- Universidad de Guadalajara (2010). *Plan Maestro Centro Cultural Universitario*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Van der Heijden, R.E.C.M., Molin, E.J.E. & Bos, D.M. (2000). "Parking at a Distance: Option for Reducing Traffic and Parking Pressure in urban areas?", *Urban Transport and the Environment for the 21st Century, Urban Transport VI*. Southampton, Boston: Witpress, pp. 145-177.
- Vectus Company (2011). *Vectus Intelligent Transport*. Vectus Intelligent Transport: <http://www.vectusprt.com>
- Wind, Jerry; Green, Paul E.; Shifflet, Douglas; Scarbrough, Marsha (1989). "Courtyard by Marriott: Designing a hotel facility with consumer-Based Marketing Models", *Interfaces*, Vol. 19, N° 1, January-February, pp. 25-47.
- WBCSD (2004). *The Sustainable Mobility Project, July 2004 Full Report*. Hertfordshire, England: World Business Council for Sustainable Development.
- 2Getthere Company (2012). Sustainable Mobility Solutions. <http://www.2getthere.eu>