

## SISTEMA DE AYUDA AL TURISTA

### Modelo para la planificación de un viaje personalizado

*Beatriz Rodríguez Díaz<sup>\*</sup>*  
*Rafael Caballero Fernández<sup>\*\*</sup>*  
Universidad de Málaga - España

**Resumen:** *El sector turístico ha experimentado un gran desarrollo en los últimos tiempos apreciándose una transformación sustancial en las preferencias y el comportamiento de los turistas. Actualmente no se desplazan por un único motivo, sino que buscan diversos atractivos en el destino, pasando de los paquetes estándares a otras opciones más personalizadas. Hoy día, las nuevas tecnologías ofrecen fácil acceso a un gran volumen de información turística, de una forma completamente detallada se pueden conocer destinos y actividades en esos destinos, tarifas actualizadas, etc., y además se pueden realizar las reservas. Sin embargo, ante tal cantidad de información disponible, el turista no es capaz de estudiar todas las posibles alternativas para diseñar un viaje a su medida. Suponiendo su búsqueda un gran coste de tiempo y esfuerzo, y no garantizando aún así la elección de la mejor opción puesto que, entre otros aspectos, sus objetivos están en conflicto. Por tanto, el objetivo del presente trabajo ha sido el desarrollo de una herramienta que proporciona a cada turista un itinerario lo más adecuado posible a sus necesidades, que incluye las distintas actividades que puede realizar en un horario establecido. Para ello se emplea un método multicriterio, que considera la conflictividad entre sus objetivos, y tiene en cuenta sus deseos, así como las características del entorno. Como resultado se obtiene un Sistema de Ayuda al Turista, demostrándose en este estudio su utilidad, mediante una aplicación a un caso concreto de un viaje por Andalucía.*

**PALABRAS CLAVE:** *rutas turísticas, programación multiobjetivo, sistema de ayuda al turista, viaje personalizado.*

**Abstract:** *Support System for Tourists. Model for Custom Trip Planning. The tourist sector has undergone many changes in recent years. A substantial change has taken place in tourist preferences and behaviours. Visitors look more and more for different tourist attractions instead of only sun and beach, with a move away from standard trips to other more personalized options. The advances in communication technologies and the easy access to the Internet, have led to the globalization of tourist information. On these days a great number of tourists are able to access information on a huge number of products, the tourist is able to know, completely detailed, destinations and activities in those destinations, updated tariffs, etc., and also will have the opportunity to make bookings. However, with so much information, it's very difficult to study all possible alternatives for designing a trip, taking into account that also the tourist's objectives may be in conflict. Therefore, the aim is develop a Decision*

---

<sup>\*</sup> Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales, y Profesora del Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas) de la Universidad de Málaga (España). Email: brodriguez@uma.es

<sup>\*\*</sup> Doctor en Ciencias Matemáticas y Profesor Catedrático del Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas) de la Universidad de Málaga (España). Email: r\_caballero@uma.es

*Aid System for the tourist that offers him/her an itinerary according their needs. This system includes the activities on a set schedule, taking into account tourist wishes and the characteristics of the environment. It does solve using a multicriteria model considering the conflict among his/her criteria among other. Finally, this system is applied to design a tour in Andalusia.*

*KEY WORDS: tourist routes, multi-objective programming, support system for tourist, customized trip.*

## **INTRODUCCIÓN**

El sector turístico es uno de los sectores económicos más importantes y de los que han experimentado una evolución mayor en los últimos tiempos. Cabe destacar la transformación sustancial que se ha producido en las preferencias y el comportamiento de los turistas, dejando a un lado los paquetes turísticos preorganizados que ofrecen los intermediarios turísticos a favor de otras opciones más personalizadas, provocando que la planificación de un viaje se convierta en una tarea compleja (Uriel & Hernández, 2004; Hyde & Lawson, 2003).

En primer lugar, las motivaciones del turista para visitar un destino han ido evolucionando a lo largo de los años; desde las actividades tradicionales relacionadas con el sol y la playa se ha llegado hasta multitud de nuevas conductas, entre las que cabe destacar el turismo de ocio y entretenimiento, el turismo rural o el turismo de salud (Cooper et al., 2007). De este modo, existe un elevado número de turistas que no se desplazan por una única motivación, sino que se interesan por diversos atractivos de los destinos turísticos. Lo que provoca que deban repartir el tiempo de sus vacaciones entre diversas actividades con la consecuente complicación que esto conlleva en la planificación del viaje (Uriel & Hernández, 2004).

En segundo lugar, se observan diversos cambios en las tendencias de comportamiento del turista. Por una parte, tiende a potenciar las vacaciones cortas realizando un mayor número de viajes durante los fines de semana y días festivos, repartiendo así las vacaciones a lo largo de todo el año en lugar de demandar únicamente las típicas vacaciones veraniegas; por otra parte, tiende a reservar las vacaciones a más corto plazo con lo cual no dispone de demasiado tiempo para la organización del viaje, dificultando así también esta tarea.

En tercer lugar, otro factor que influye en la dificultad para la planificación de un viaje es la multitud de alternativas de elección existentes en la actualidad para cada uno de los elementos que conforman un viaje y cuya información es accesible para el turista de un modo sencillo, gracias a las nuevas tecnologías. Dentro de la oferta turística se engloban una gran variedad de actividades que intentan cubrir el conjunto de motivaciones que incentivan al visitante a desplazarse. Entre dicha oferta destaca el alojamiento, la restauración y la oferta complementaria (oferta cultural, parques de ocio,...), y en cada uno de estos grupos se encuentran distintas modalidades que van a satisfacer a los distintos tipos de turistas.

Las nuevas tecnologías ofrecen un fácil acceso a un gran volumen de información turística. El turista tiene la posibilidad de conocer de una forma completamente detallada los distintos destinos turísticos y las actividades que puede realizar en los mismos. También puede disponer de los horarios y las tarifas actualizadas de las distintas actividades, es decir, facilitan al turista la búsqueda de información. Esta información es aportada tanto por los proveedores como por los propios usuarios a través de la denominada Web 2.0. (Fumero et al., 2007; Niculcea et al., 2007), siendo los testimonios de otros usuarios de gran utilidad para el turista ya que proceden de personas con conocimientos y puntos de vista muy distintos y pueden servir para complementar la información que ofrecen los intermediarios turísticos, de hecho, los turistas cada vez más confían en la opinión de otros turistas (Euromonitor International's, 2007). Por otra parte, proporcionan diversas herramientas que ayudan al turista en el proceso de compra a través de la Web, desde que inicia la búsqueda de información hasta la reserva del producto y la compra online, entre otros elementos dispone de buscadores y metabuscadores, webs de comparación de precios, sistemas de reservas, etc. (Cooper et al., 2007; Buhalis & Law, 2008).

Sin embargo, ante tal cantidad de información el estudio y la valoración por parte del turista de todas las posibles alternativas para diseñar un viaje a su medida -debiendo además coordinar adecuadamente los horarios de cada una de las actividades a realizar- supone un coste enorme de tiempo y esfuerzo. Además, esto no garantiza la elección de la mejor alternativa para cada turista puesto que, entre otros aspectos, sus objetivos están en conflicto ya que por una parte desea minimizar los costes y, por otra, maximizar la satisfacción que le reportan las actividades.

Por tanto, se considera que el turista va a requerir asistencia para tomar una decisión entre las diversas alternativas existentes en la planificación de un viaje. Se observa así una oportunidad de mejora en el sector, el desarrollo y la aplicación de una herramienta que facilite la organización de un viaje personalizado, que considere la conflictividad entre los objetivos del turista y las distintas restricciones existentes tanto las impuestas por el propio turista como las propias del destino y las actividades, y le ofrezca un viaje a su medida. Este sistema es beneficioso tanto para el turista que consigue un viaje lo más adecuado posible a sus necesidades, como para las agencias de viajes ya que les permite ofrecer un valor añadido al turista, provocando así el interés de este trabajo.

## **ANTECEDENTES**

En la literatura aparecen diversos sistemas que han pretendido facilitar al turista la organización de un viaje a medida. Sin embargo, éstos presentan ciertas limitaciones no teniendo en consideración todos los elementos que son necesarios para ofrecer a cada turista la opción más adecuada para éste lo que otorga la oportunidad de proponer, mediante el presente trabajo, un nuevo sistema que cubra estas carencias.

Algunos de los sistemas de ayuda que se han desarrollado en el sector turístico -ante el gran volumen de información turística disponible en la Web- aplican técnicas de filtrado para mostrar los datos que resulten de interés al turista y facilitarle la búsqueda de información. Además, ajustan la información ofrecida al medio a través del cual éste la va a recibir (Colineau & Wan, 2001; Paris, 2002). Un ejemplo de la aplicación de este enfoque es el caso de Tiddler, una guía turística personalizada, que ajusta la información recogida de una serie de bases de datos turísticas y diversos textos de páginas Web para ofrecer al turista la información oportuna según sus preferencias y el medio en que se va a presentar la información (Colineau & Wan, 2001).

Otros sistemas permiten a los usuarios crear un itinerario personalizado relacionando los requerimientos de cada turista con la oferta de los proveedores en ese momento. En este sentido, Jakkilinki et al. (2007) presentan AuSTO, un planificador turístico inteligente que se basa en la Web semántica y, sin llegar a sugerir al turista los lugares ni las actividades que puede visitar, ofrece una planificación ajustada a la oferta turística en función de las necesidades del consumidor.

Algunos autores desarrollan sistemas que ofrecen sugerencias al turista, es decir, le indican los productos que le puedan interesar, los más adecuados de acuerdo a sus preferencias y le ofrecen una información que le facilita el proceso de decisión; en definitiva, sistemas recomendadores (Ricci, 2002). En este sentido, Gretzel et al. (2004), desarrollan un sistema que proporciona recomendaciones para la elección de un destino de vacaciones en función de las preferencias de los turistas. En primer lugar predefinen unas categorías de turistas con distintos tipos de personalidad e intereses y, a través de unos cuestionarios, los usuarios seleccionan aquella con la que se sienten más identificados, pudiendo de este modo indicarles el destino más adecuado. Sin embargo, suele ser muy complicado para el turista rellenar estos cuestionarios y deben invertir mucho tiempo en completarlos.

Por su parte, Tomai et al. (2005; 2006) proponen un servicio Web que ofrece al turista recomendaciones sobre las actividades que puede realizar durante su viaje, considerando tanto sus preferencias como el tiempo que tiene disponible y el horario de las actividades. En este mismo sentido, para organizar de un modo eficiente los horarios de las actividades que puede realizar un turista, Tsang et al. (1996) desarrollaron un sistema experto capaz de recomendar al turista el horario de viaje que cumple con sus necesidades y preferencias.

Vansteenwegen et al. (2011) desarrollan City Trip Planner, un sistema experto que propone un viaje turístico considerando el contexto del turista y sus intereses personales. El sistema, que está implementado en una Web planifica visitas de múltiples días teniendo en cuenta el horario de visita de las actividades y buscando maximizar la satisfacción del turista.

Otros sistemas, en el momento de ofrecer la información al turista se basan en la localización de éste mediante unos sistemas de posicionamiento global. Tienen en consideración la posición de los

turistas para poder indicarles las actividades más cercanas en cada momento y guiarles en un itinerario determinado.

Para proporcionar una mejora a los servicios que se basan en la localización, Yu et al. (2003) proponen un sistema para el reconocimiento del perfil del usuario y así, cuando éste realice alguna consulta, el servidor comprueba sus preferencias en el gestor de perfiles y refina sus respuestas. El perfil del usuario está identificado por un ID donde se recogen las preferencias y la historia de sus actividades (restaurante preferido, transporte preferido,...) de manera que cuando el usuario pregunta por el restaurante más cercano por ejemplo, el servidor detecta qué tipo de comida prefiere el usuario.

Algunos autores consideran que es importante -además de tener en cuenta el lugar donde se encuentra el turista y sus preferencias- que la información ofrecida se adapte al contexto del turista: al tiempo atmosférico, al horario, a la velocidad a la que se desplaza el turista, etc. (Zipf, 2002). De este modo se desarrollan sistemas como CrumpeT, mediante un sistema multiagente que agrupa estas funciones (Schmidt-Belz et al., 2003); o Compass, desarrollado por Van Setten et al. (2004), integrando una aplicación sensible al contexto a un sistema recomendador y, de este modo, según los intereses del turista y su contexto real el sistema le ofrece una recomendación para una planificación turística.

Por su parte, Ten Hagen et al. (2005a y 2005b) y Kramer et al. (2005 y 2007) desarrollan Dynamic Tour Guide (DTG), un agente móvil que selecciona atracciones turísticas para la planificación de un tour teniendo en consideración la posición del turista, el perfil de éste según sus intereses, el punto de inicio y fin, un período de tiempo determinado y el contexto local.

Para determinar la utilidad de estos sistemas, Modsching et al. (2007) realizaron un estudio con tres grupos de turistas que iban a realizar un tour. Uno de ellos utilizó un sistema recomendador, otro grupo hizo uso de un sistema basado en el contexto y el tercero únicamente dispuso de un sistema de posicionamiento global (GPS), resultando finalmente que los dos primeros sistemas fueron de mucha más utilidad para el turista.

Por otra parte, científicos de diversas universidades españolas y del CSIC han desarrollado un programa denominado SAMAP (Sistema Adaptativo Multi-Agente de Planificación) que recomienda visitas turísticas para realizar en una ciudad, ofreciendo al turista una lista de actividades que se basa, entre otros aspectos, en la experiencia de otros usuarios. El turista puede introducir sus necesidades y su capacidad de gasto y el software, mediante el uso de técnicas de Inteligencia Artificial, contrasta estos requisitos personales con la información de una base de datos turística y ofrece al cliente un plan de visita a su medida, excluyendo todos aquellos elementos que no sean de interés para el turista (Castillo et al., 2008).

Otra herramienta que se ha desarrollado para ofrecer al turista una información apropiada para la organización de un viaje, basándose en un enfoque de planificación multiagente que considera sus preferencias y su perfil actual y pasado y los datos existentes en la Web o bases de datos, es Intelligent Travel Planning (ITP) (Camacho et al., 2001).

Por último, como sistemas de ayuda al turista cabe destacar aquéllos que utilizan técnicas multicriterio para considerar los diversos objetivos que se pueden plantear en la planificación de un viaje turístico. Este es el caso de la herramienta que ofrece Decizium, una empresa belga que crea un sistema de ayuda para la organización de viajes. Este proyecto surge de investigaciones en este ámbito dirigidas por Jean-Marc Godart, consiguiendo ofrecer un viaje personalizado mediante la aplicación de un algoritmo multicriterio, considerando las preferencias y limitaciones del turista (Godart, 1999; 2001; 2003).

Tras la revisión efectuada, analizadas las necesidades y carencias que se han detectado en los sistemas y métodos estudiados, el objetivo general de este trabajo ha sido la creación de una herramienta que ayude al turista que desea planificar un viaje realizando una serie de actividades durante su estancia a elegir la alternativa más adecuada. Proporcionar al visitante un itinerario turístico detallado con las actividades que puede realizar en cada momento, día a día, a lo largo de todo el tour que va a realizar fijándolas en un horario establecido. Para ello tiene en consideración sus deseos y necesidades así como las características del entorno, siendo ésta una de las mejores rutas turísticas posibles para cada decisor, según la información facilitada por él mismo.

Con esto en mente se ha desarrollado un Sistema de Ayuda al Turista (SAT), que cuenta con elementos que no han sido considerados por los sistemas estudiados. Este sistema considera muchos de los diversos objetivos que se plantea el turista en la planificación de un viaje como son minimizar los costes de las actividades, maximizar su utilidad, minimizar el coste de transporte o ajustar el tiempo dedicado a cada tipo de visita en función de sus preferencias. Por otra parte, también tiene en consideración múltiples restricciones para ajustar el modelo a la realidad. Entre otras restricciones se recogen el tiempo disponible para realizar las distintas actividades, la duración de cada actividad, el tiempo de los desplazamientos de una actividad a otra, el horario de apertura de las actividades, etc.

Para recoger la información sobre las distancias y los tiempos de desplazamiento entre actividades se hace uso de un Sistema de Información Geográfica que considera las distancias reales entre actividades y no las distancias lineales como es el caso de otros sistemas de ayuda al turista.

## **METODOLOGÍA**

El problema presentado es un problema de Asignación y Rutas Multiobjetivo. Es un problema de asignación ya que se debe decidir qué actividades realizar cada día entre todas las existentes, es

decir, asignar actividades a días. A su vez es un problema de rutas puesto que se debe indicar el orden para realizar dichas actividades dentro de cada día; y por último, es además un problema multiobjetivo ya que entre otras dificultades para la elección de una alternativa satisfactoria va a existir la conflictividad entre los múltiples objetivos del decisor (Caballero et al., 2007; Paralela, 2005).

Para poder ofrecer una ruta óptima al turista, el Sistema de Ayuda al Turista cuenta con tres elementos. En primer lugar es un modelo matemático en el que se basa el sistema y tiene en cuenta los objetivos y restricciones del problema; en segundo lugar se interrelaciona con unas bases de datos elaboradas previamente, unas con información sobre las actividades y otras con información sobre las distancias y tiempos de desplazamiento; y por último cuenta con un interfaz mediante el cual se recoge la información necesaria del usuario y se le devuelve la solución óptima.

### **Formulación del modelo matemático**

En primer lugar se formula un modelo que puede ser aplicado a cualquier turista que vaya a permanecer durante un determinado número de días,  $N$ , en una zona concreta y que pretende realizar una serie de actividades, existiendo un número de actividades  $M$ .

Se plantea un problema de decisión con los siguientes elementos (Romero, 1993):

- a) *El decisor*, que es aquella persona que directa o indirectamente elabora juicios para la ordenación de una serie de alternativas y su posterior elección. En este problema el decisor es el propio turista que, o bien puede decidir planificar él mismo sus vacaciones, o acudir a una agencia de viajes, o emplear cualquier otro canal intermedio pero siempre el decisor es el turista final que va a disfrutar el viaje planeado ya que la elección final debe satisfacer a éste.
- b) *El conjunto de alternativas*, que es el formado por los distintos itinerarios que se pueden realizar en el período prefijado una vez incorporadas las restricciones oportunas; cada itinerario está compuesto por una serie de rutas turísticas para realizar cada día. Se entiende por “ruta turística” un conjunto ordenado de actividades que el turista puede realizar a lo largo del día. Las actividades se van a clasificar en distintos tipos: alojamientos, restaurantes y visitas (monumentos civiles, monumentos religiosos, museos, naturaleza, ocio y tiempo libre).
- c) *Los atributos*, que son características de la realidad que se van a tener en cuenta a la hora de tomar la decisión. En este problema se estudian el coste de transporte, el coste de las actividades, las preferencias del turista sobre las actividades y la diversidad que el turista desea en las actividades a realizar.

d) *Los objetivos*, que son las direcciones de preferencia de los atributos, es decir, maximizar o minimizar ese atributo. Los objetivos que se consideran son:

- Minimizar el coste de transporte que supone ir de una actividad a otra. El coste de transporte se tiene en cuenta ya que realizar una actividad implica tanto su coste propio como el coste de desplazamiento desde la anterior actividad hasta ésta. Este coste evidentemente depende de la distancia que exista entre las actividades y del medio que se elija para recorrerla. Se considera que el turista se desplaza mediante vehículo propio, modificando este supuesto en futuros desarrollos del trabajo, y se considera el consumo del vehículo lineal, por tanto este objetivo es equivalente a minimizar la distancia recorrida durante todo el tour, y se mide en kilómetros, siendo la formulación de este objetivo la siguiente:

$$\text{Min} \sum_{t=1}^N \text{Costetransp}(r_t) \quad [1]$$

donde  $r_t$  representa una ruta diaria que engloba los trayectos que realiza el turista de una actividad a otra, y  $\text{Costetransp}(r_t)$  el coste de transporte de cada ruta diaria, que es la suma de los costes de desplazarse de una actividad a otra en esa ruta.

- Otro objetivo que se considera es minimizar el coste de las actividades. La formulación para este objetivo viene dada por:

$$\text{Min} \sum_{t=1}^N \text{Costeactividad}(r_t) \quad [2]$$

denotando por  $\text{Costeactividad}(r_t)$  al gasto que se realiza en actividades en cada ruta diaria. En el caso de actividades gratuitas como la visita a un parque o a una playa este coste puede ser igual a cero.

- El tercer objetivo del problema es maximiza la utilidad que reportan las actividades al turista. Se necesita un valor de la utilidad que le reporta al turista cada actividad pero, dado que no las conoce todas no puede valorarlas una a una, por tanto el valor de cada actividad viene dado en función de la *Relevancia* propia de la actividad y de las *Preferencias* del turista por ese tipo de actividad. La formulación de este objetivo es la siguiente:

$$\text{Max} \sum_{t=1}^N \text{Valoraciónactividad}(r_t) \quad [3]$$

siendo  $\text{Valoraciónactividad}(r_t)$  la valoración total de las actividades de cada ruta.



- El último objetivo es ajustar el tiempo dedicado a cada tipo de visita durante el tour a los deseos del turista. Las visitas se clasifican en distintos tipos: monumentos civiles, monumentos religiosos, museos, naturaleza, ocio y tiempo libre. El turista debe indicar el porcentaje de tiempo que desea invertir en cada tipo de visita y esto se recoge en forma de metas:

$$\text{Min } |ttar_k - ttad_k| \quad [4]$$

siendo  $ttar_k$  el tiempo invertido en tipos de visitas  $k$ , y  $ttad_k$  el tiempo que se desea invertir en tipos de visitas  $k$ . Se relaja el porcentaje indicado por el decisor en un 10% por encima y en un 10% por debajo, y se busca minimizar la desviación del logro de estas metas:

$$|ttar_k - ttad_k| \leq 0.1ttad_k \quad [5]$$

El valor absoluto se convierte en 2 restricciones:

$$ttar_k - ttad_k \leq 0.1ttad_k \rightarrow ttar_k \leq 1.1ttad_k \quad \forall k \quad [6]$$

$$ttad_k - ttar_k \leq 0.1ttad_k \rightarrow ttar_k \geq 0.9ttad_k \quad \forall k \quad [7]$$

Y finalmente la función objetivo resultante es:

$$\text{Min } \sum_{k=1}^6 p_{uk} + n_{dk} \quad [8]$$

Sujeto a :

$$ttar_k + n_{uk} - p_{uk} = 1.1ttad_k \quad \forall k \quad [9]$$

$$ttar_k + n_{dk} - p_{dk} = 0.9ttad_k \quad \forall k \quad [10]$$

- e) *Las restricciones*, que debe cumplir cualquier posible solución para ser seleccionada. Se consideran dos tipos, por una parte restricciones permanentes o técnicas que son independientes de los deseos del decisor, y que deben cumplirse para que una ruta turística sea válida; y, por otra parte, restricciones propias de cada decisor a través de las cuales él mismo exige ciertas características del tour y restringe el conjunto de soluciones. Se incorporan las siguientes:

- La restricción horaria, puesto que en un día el número de actividades que se puede realizar se encuentra limitado por el tiempo. Además de la duración de cada actividad se tiene en cuenta la distancia recorrida entre las actividades.

- Se tiene en cuenta la duración máxima de transporte que quiere soportar el turista, tanto para ir de una actividad a otra, como a lo largo de todo el día.
- El turista puede indicar los días que desea tener libres para organizarse como desee, y en estos días no se le planifican actividades.
- El turista puede determinar también qué actividades quiere realizar durante el tour o los lugares que desea visitar, por tanto se fuerza su realización. Además, puede indicar en qué día desea visitar expresamente dichas actividades o lugares; o qué actividades o lugares no desea visitar a lo largo de todo el tour.
- También puede indicar qué tipos de visitas desea realizar forzando al resto de tipos a no realizarse.
- Finalmente, el turista puede indicar el ritmo del tour que desea, si prefiere disfrutar de un tour relajado con un período de tiempo de descanso entre una actividad y otra o, si de lo contrario, realizar el mayor número de actividades posibles.

El modelo tiene en cuenta además otras consideraciones especiales respecto al alojamiento y las comidas. Por una parte, la selección del alojamiento se realiza en una fase previa mediante las preferencias del turista. Éste puede indicar el alojamiento concreto que desea o aportar sus preferencias para que el modelo lo seleccione. En el caso de los restaurantes pueden darse diversas circunstancias: que entren en la planificación una, dos, o ninguna comida al día en función del horario que el turista haya establecido para la realización del tour, o de las horas libres que desee al día; en los casos en que entren en el horario de planificación, se fuerza a que sean incluidas en el itinerario.

Una vez definidos los elementos del modelo se lleva a cabo una revisión de la literatura para determinar el método de resolución. El carácter tan complejo que toma este problema hace que sea casi imposible resolverlo por métodos exactos de búsqueda de soluciones, por tanto se requiere el uso de otros métodos que ofrezcan al menos una aproximación de la frontera de puntos eficientes; estos métodos se denominan metaheurísticos. Concretamente se aplica un procedimiento de Búsqueda Tabú, que es un metaheurístico que basa la búsqueda en el concepto de memoria de la Inteligencia Artificial. Mediante este procedimiento, y una vez que se ha recogido toda la información requerida al decisor, se obtiene una aproximación de la frontera de soluciones eficientes (Glover y Laguna, 1997).

En los casos en que el número de soluciones eficientes sea bastante elevado se puede realizar un proceso de filtrado de estas soluciones para que el turista sea capaz de tomar una decisión. El proceso de filtrado consiste en restringir el conjunto de soluciones de forma que se obtenga otro de menor tamaño en el que el turista pueda tomar una decisión. En este nuevo conjunto de soluciones

se encuentran aquéllas que cumplan los requisitos que el turista solicite de las funciones objetivo. Así, se muestran al turista los itinerarios del conjunto de soluciones que son los que más se aproximan a sus necesidades y preferencias, pudiendo entonces elegir entre éstos cuál es el que más se ajusta a sus intereses.

### Bases de datos

Para el funcionamiento del sistema, éste debe interrelacionarse con una base de datos que contenga la información necesaria que requiere el modelo. Así, es necesario recoger aspectos como:

- 1) La localización de cada actividad que será necesaria para calcular la distancia entre éstas, como se requiere en la primera función objetivo [1].

Para recoger la información sobre las distancias entre actividades se hace uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que considera las distancias reales entre actividades y no las distancias lineales. Se calcula la distancia que existe entre toda actividad  $i$  y toda actividad  $j$ , es decir, entre todas las actividades que se recogen en la base de datos. Para ello se utiliza una aplicación de ArcGis, el programa ArcGisDesktop y su extensión Network Analyst, que mediante las coordenadas geográficas de cada actividad facilita una matriz de distancias entre todos los puntos. Esta matriz de distancias no tiene por qué ser simétrica, es decir, la distancia para ir de un punto  $i$  a un punto  $j$  puede diferir de la distancia de ir de  $j$  a  $i$  puesto que se consideran recorridos reales, respetando las normas de circulación.

Para el cálculo de estas distancias se incorporan una serie de capas geográficas al SIG. Por una parte, las que permiten el cálculo de distancias reales como son los ejes viales y, por otra, las que contienen las coordenadas de las distintas actividades. La información respecto a las coordenadas geográficas de cada actividad se recoge a través de diversas fuentes disponiendo así de una información heterogénea para solucionar este inconveniente utilizando una función que ofrece el programa ArcGis que permite transformar un sistema de coordenadas a otro.

- 2) El precio de cada actividad, que será necesario para la segunda función objetivo [2]. Esta información se obtiene a través de organismos públicos y privados, además de con una búsqueda directa en las diversas páginas Web que ofrecen información sobre las actividades turísticas.
- 3) Para la tercera función objetivo [3] es necesaria la valoración de cada actividad, que viene dada en función de la *Relevancia* propia de la actividad, y de las *Preferencias* del turista por ésta.
  - La *Relevancia* de una actividad trata de medir la importancia que tiene por ella misma, es un concepto independiente de las preferencias del turista. Para cada tipo de actividad la

relevancia es calculada de un modo distinto. En el presente modelo los distintos tipos de actividades que se han diferenciado son restaurantes, alojamientos y visitas:

En el caso de las visitas se otorga este valor en función de la importancia que los distintos medios de información y promoción turística como guías turísticas, diversas páginas especializadas, etc. le ofrezcan.

En el caso de la restauración se calcula este valor en función de la categoría del establecimiento.

Para los alojamientos se considera que este valor depende de la categoría del establecimiento y de los servicios que ofrece.

- La *Preferencia* del turista por cada una de las actividades se mide por el nivel de preferencia ante alguna característica de la actividad valorando elementos distintos para cada tipo de actividad. Esta información se obtiene a través del interfaz mediante una serie de cuestionarios:

En el caso de las visitas se considera las preferencias del turista respecto al tipo y subtipo de visita. Por ejemplo, dentro del tipo de visita museos se encuentran los subtipos arqueológicos, de arte, taurinos, etc.

En el caso de restauración se consideran las preferencias por el tipo de cocina.

En el caso de los alojamientos se considera la cercanía de éste a los distintos tipos de visitas que son de mayor preferencia para el turista. Por tanto, se considera el valor que aporta cada tipo de visita que rodea al alojamiento al turista y el número de visitas de un tipo que éste pueda realizar en una zona cercana al establecimiento.

Para agregar la *Relevancia* y las *Preferencias*, la función que se ha considerado más oportuna es:

$$u_j = w_r r_j + w_p p_j \quad [11]$$

donde se denota por  $r_j$  la relevancia de la actividad  $j$ ; por  $w_j$  el peso otorgado a la relevancia; por  $p_j$  la preferencia del turista por la actividad  $j$ ; y por  $w_p$ , su peso. Estos valores son previamente normalizados en una escala de 0 a 10. El valor que cada turista otorga a estos pesos va a variar en función de sus intereses; sin embargo, para facilitar el proceso de decisión y no saturar al turista con demasiadas cuestiones se considera en general un valor del 50% para cada uno en el caso de alojamiento y restaurantes; y en el caso de las visitas un peso de un 30% para la relevancia y un 70% para las preferencias debido a que la diversidad existente dentro de este grupo de actividades implica que las preferencias del turista deban ser tomadas en consideración con más fuerza.

- 4) Para la cuarta función objetivo [4], es necesario recoger la duración estimada de cada actividad, el tipo de visita al que pertenece así como el porcentaje de tiempo que el turista desea invertir en cada tipo de visita.

Respecto a la duración de las actividades se utiliza como base su duración media. Sin embargo, una misma actividad puede realizarse durante un tiempo mayor o menor en función de las preferencias del decisor. Por ejemplo, las personas que realmente disfruten con la visita a un museo desearán una visita más extendida que aquéllos que simplemente deseen ver las obras más importantes (Botti et al., 2008). Por tanto, se recoge además una duración máxima y mínima para cada actividad y el turista puede indicar si desea una duración mayor o menor de la que se le muestre en alguna ruta, obteniendo así la duración real de esa actividad para ese turista.

Para determinar la duración de cada actividad que se va a considerar en el modelo para cada una de las actividades, además de tener en cuenta las preferencias del turista respecto a la duración de cada tipo de actividad, se consideran sus preferencias respecto al ritmo del tour, como se indicó en la última restricción analizada. Según el ritmo deseado por el turista, se aplica un porcentaje sobre la duración real de la actividad, que supone un tiempo de descanso entre una actividad y otra. En los casos en que el turista desee un tour relajado se aplica un 20%; para un tour medio, un 10 %; y para un tour rápido, un 0%.

- 5) Asimismo, para las restricciones técnicas del modelo es necesario recoger el horario de apertura y cierre de las actividades y los tiempos de desplazamiento de una a otra actividad.

El tiempo de desplazamiento de la actividad  $i$  a la actividad  $j$ , es calculado como una función lineal de la distancia que existe entre estas actividades (Tabla 1).

Tabla 1: Relación distancia-velocidad:

Distancia	Velocidad
0 - 2 Km.	5 Km./hora
3 - 20 Km.	20 Km./hora
21 - 300 Km.	100 Km./hora

Se supone que todas las actividades se pueden realizar en el mismo momento en que se llega a ellas, no teniendo problemas con el horario de apertura y cierre ni con la saturación en el número de visitantes pues se presupone que se ha realizado la reserva con antelación, por tanto el tiempo que dista entre una actividad y otra será el propio de recorrer esa distancia.

Una vez que se dispone de todos los datos necesarios respecto a las distintas actividades turísticas que se van a incorporar en la base de datos, se debe proceder a recoger la información necesaria sobre el decisor, puesto que se va a ofrecer un tour personalizado para cada turista.

### **Interfaz**

La recopilación de toda la información relativa al decisor se realiza a través un programa informático que sirve como plataforma del Sistema de Ayuda al Turista. Se le presentan al decisor una serie de formularios sencillos, intentando no saturarle con demasiadas cuestiones. A lo largo de estos formularios se reorienta la búsqueda de alternativas óptimas en función de las respuestas del decisor, y se confecciona el viaje más oportuno para cada turista.

En primer lugar se le presenta al turista un cuestionario inicial en el que se le realizan una serie de preguntas básicas para centrar la búsqueda en un tipo de itinerario concreto. Se recoge el número de días que quiere que se planifiquen actividades, el tiempo máximo que quiere invertir al día en realizar las actividades, la duración máxima de transporte que está dispuesto a soportar para ir de una actividad a otra y cuál va a ser el punto de origen del tour.

A continuación se le ofrece la posibilidad de seleccionar sobre un listado aquellas actividades que preferentemente quiera realizar, aquellas que no quiere realizar, o que las que considere imprescindibles. También puede indicar sus preferencias respecto a las actividades por tipos y subtipos tomando estos valores, por defecto el valor 5. Por tanto, si el turista decide no valorar ninguno no supondrá ningún problema para el programa.

Por último se solicita al turista que indique, si lo estima oportuno, unos umbrales máximo y mínimo para el valor de cada una de las funciones objetivo pudiendo de este modo filtrar la cantidad excesiva de soluciones que podrían generarse con la información aportada.

Una vez desarrollados estos tres elementos, con los que debe contar el Sistema de Ayuda al Turista, se está en disposición de ofrecer a cada decisor una serie de itinerarios turísticos que se aproximen a sus preferencias. Las soluciones que se le ofrecen al turista consisten en una relación de las actividades a realizar durante cada uno de los días de su estancia, en un horario establecido, así como los tiempos de desplazamiento de una actividad a otra, la duración de cada una de las actividades, el coste de éstas, etc.

Para mostrar los resultados de este trabajo se aplica el sistema a un caso real: el de un turista que desea pasar una semana en Andalucía, Comunidad Autónoma al Sur de España. Se elige esta comunidad ya que es un destino turístico de gran relevancia internacional conectada con las principales capitales españolas, europeas y numerosos puntos del resto del mundo; y dispone además de una elevada diversidad de recursos turísticos.

Se incorporan en la base de datos un total de 2.154 atractivos turísticos de Andalucía. Concretamente, 548 alojamientos, 296 establecimientos de restauración y 1.206 visitas turísticas, siguiendo la misma distribución que la oferta turística andaluza (Consejería de Turismo, Comercio y Deporte, 2011).

Con los datos introducidos inicialmente por el turista, el programa arroja un total de 199 soluciones eficientes. Sin embargo, tras el proceso de filtrado se ofrecen 5 soluciones que se adaptan a los criterios incorporados por éste. Se le muestran detalladamente los itinerarios de cada una y elige la más acorde a sus necesidades. Abarcando finalmente el circuito diseñado, las principales ciudades andaluzas y sus atractivos turísticos respetando las preferencias y restricciones que indicó el decisor.

## CONCLUSIONES

En un mundo donde la información turística es cada vez mayor y más asequible resulta posible que cada turista planifique su propio viaje. Sin embargo, esto puede conllevar un importante coste en términos de tiempo y esfuerzo, debido a la amplia gama de productos turísticos existentes en el mercado y a la conflictividad entre los objetivos del turista.

Por tanto, en el presente trabajo, se desarrolla un Sistema de Ayuda al Turista que facilita la planificación de un viaje personalizado en el que un turista quiera realizar una serie de actividades durante su estancia. El sistema ofrece a cada turista una serie de itinerarios turísticos adecuados a sus preferencias y necesidades y a las características del entorno, mostrando las actividades turísticas que puede realizar día a día en un horario determinado.

Esta herramienta es realmente eficiente para el sector turístico, tanto para el propio turista como para las agencias de viaje o las Administraciones Públicas. Para el propio turista puesto que le facilita el proceso de toma de decisión ofreciéndole además la alternativa que más se adecua a sus necesidades; y para las agencias de viaje y las Administraciones Públicas dado que con este sistema serán capaces de ofrecer un servicio adicional al turista incrementando de este modo el valor añadido del producto. A su vez, el desarrollo de este trabajo sirve como herramienta metodológica que puede aplicarse a otros campos de actuación.

Para una mayor calidad del sistema es importante contar con unas bases de datos actualizados, intentando incluir de manera inmediata las nuevas actividades que surjan y las modificaciones que se realicen sobre las características de las existentes en costes, horarios, etc., así como la apertura de nuevas carreteras -entre otros elementos- lo cual podría producir nuevas rutas a estimar.

En las líneas futuras que se pretenden desarrollar de este estudio se modificarán diversos supuestos que han sido considerados en este trabajo y se incorporarán métodos interactivos que

produzcan mejoras para el usuario. Una vez desarrolladas las mejoras oportunas se pretende implantar el Sistema de Ayuda al Turista en formato Web para la puesta en práctica de cualquier turista.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Botti, L.; Peypoch, N. & Solonandrasana, B.** (2008) "Time and tourism attraction". *Tourism Management*, 29: 594-596
- Buhalis, D. & Law, R.** (2008) "Progress in information technology and tourism management: 20 years on and 10 years after the Internet—The state of eTourism research". *Tourism Management*, 29: 609–623
- Caballero, R.; Gonzalez, M.; Guerrero, F. M.; Molina, J. & Paralela, C.** (2007) "Solving a multiobjective location routing problem with a metaheuristic based on tabu search. Application to a real case in Andalusia". *European Journal of Operational Research*, 17: 1751-1763
- Camacho, D.; Borrajo, D. & Molina, J. M.** (2001) "Intelligent travel planning: A MultiAgent Planning System to solve Web problems in the e-tourism domain". *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 4: 387-392
- Castillo, L.; Armengol, E.; Onaindía, E.; Sebastián, L.; González-Boticario, J.; Rodríguez, A.; Fernández, S.; Arias, J. D. & Borrajo, D.** (2008) "SAMAP: An user-oriented adaptive system for planning tourist visits". *Expert Systems with Applications*, 34: 1318–1332
- Colineau, N. y Wan, S.** (2001) "Mobile delivery of customised information using Natural Language Generation". *Monitor*, 26 (3): 27-31
- Consejería de Turismo, Comercio y Deporte** (2011) "Balance del año turístico en Andalucía, 2010". Junta de Andalucía, Sevilla
- Cooper, C.; Fletcher, J.; Fyall, A.; Gilbert, D. & Wanhill, S.** (2007) "El turismo: Teoría y práctica". Síntesis, Madrid
- Euromonitor International's** (2007) "Global e-travel habits". Euromonitor International's, London
- Fumero, A.; Roca, G.; Cerezo, J. M. & Sáez, F.** (2007): "Web 2.0", Fundación Orange, España
- Glover, F. & Laguna, M.** (1997) "Tabu search". Kluwer Academic Publishers, Boston
- Godart, J. M.** (1999) "Combinatorial optimisation based decision support system for trip planning". En: Buhalis, D. & Schertler, W. (Eds.): *International conference on information and communication technologies in tourism, proceedings*. Springer, Austria, pp. 318-327
- Godart, J. M.** (2001) "Using the trip planning problem for computer-assisted customization of sightseeing tours". En: Sheldon, P. J., Wöber, K. W. & Fesenmaier, D. R. (Eds.): *International conference on information technology and tourism, proceedings*. Springer, Austria, pp. 377-386
- Godart, J. M.** (2003) "Beyond the trip planning problem for effective computer-assisted customization of sightseeing tours". En: Frew, A. J.; Hitz, M. & O'Connor, P. (Eds.): *Information and communication technologies in Tourism 2003, proceedings*. Springer, New York, pp. 163-172



- Gretzel, U.; Mitsche, N.; Hwang, Y. H. & Fesenmaier, D. R.** (2004) "Tell me who you are and I will tell you where to go: use of travel personalities in destination recommendation systems". *Information Technology & Tourism*, 7 (1): 3-12
- Hyde, K. F. & Lawson, R.** (2003) "The nature of independent travel". *Journal of Travel Research*, 42 (1): 13-23
- Jakkilinki, R.; Georgievski, M. & Sharda, N.** (2007) "Connecting destinations with ontology-based e-tourism planner". En: Sigala, M.; Mich, L. & Murphy, J. (Eds.): *Information and Communication Technologies in Tourism 2007*. Springer, Vienna, pp. 21-32
- Kramer, R.; Modsching, M. & Ten Hagen, K.** (2007) "Development and evaluation of a context-driven, mobile tourist guide". *International Journal of Pervasive Computing and Communication (JPCC)*, 3 (4): 378-399
- Kramer, R.; Modsching, M.; Schulze, J. & Ten Hagen, K.** (2005) "Context-aware adaptation in a mobile tour guide". En: Dey, A.; Kokinov, B.; Leake, D. & Turner, R. (Eds.): *Modeling and using context 2005*. Springer, Berlín, pp. 210-224
- Modsching, M.; Kramer, R.; Ten Hagen, K. & Gretzel, U.** (2007) "Effectiveness of mobile recommender systems for tourist destinations: a user evaluation". En: *Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2007, 4th IEEE Workshop*, pp. 663-668
- Niculcea, A.; Whelan, J.; Slama, J.; Cancho, M.; Díaz, B.; Rodríguez, C. & Sánchez, V.** (2007) "Web 2.0. El negocio de las redes sociales 2007". Fundación de la Innovación Bankinter, [http://www.fundacionbankinter.org/system/documents/5996/original/8\\_web20\\_ES.pdf](http://www.fundacionbankinter.org/system/documents/5996/original/8_web20_ES.pdf), Acceso el 6 de octubre de 2008
- Paralela, C.** (2005) "Localización de incineradoras de materiales específicos de riesgo en Andalucía bajo un enfoque multicriterio". Ph.D. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla
- Paris, C.** (2002) "Information delivery for tourism: from Information filtering to effective communication tools". *IEEE Intelligent Systems for Tourism*, 1: 9-11
- Ricci, F.** (2002) "Travel recommender systems". *IEEE Intelligent Systems for Tourism*, 1: 3-5
- Romero, C.** (1993) "Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones". Alianza Universidad Textos, Alianza Editorial, Madrid
- Schmidt-Belz, B.; Laamanen, H.; Poslad, S. & Zipf, A.** (2003) "Location-based mobile tourist services - first user experiences". En: Frew, A. (Ed.): *Information and communication technologies in tourism*, Springer Computer Science, New York
- Ten Hagen K.; Modsching, M. & Krarner, R.** (2005a) "A city guide agent creating and adapting individual sightseeing tours". *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, pp. 148-153
- Ten Hagen K.; Modsching, M. & Krarner, R.** (2005b): "A location aware mobile tourist guide selecting and interpreting sights and services by context matching". *Proceedings of the Second Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services*, pp. 293-304

- Tomai, E.; Michael, S. & Prastacos, P.** (2006) "An ontology-based Web-portal for tourism". 2nd International Workshop on Web Portal-based Solutions for Tourism and other business areas, Münster
- Tomai, E.; Spanaki, M.; Prastacos, P. & Kavouras, M.** (2005) "Ontology assisted decision-making – A case study in trip planning for tourism". En: Meersman, R., Tari, Z. & Herrero, P. (Eds.): On the Move to Meaningful Internet Systems 2005. OTM Workshops, Springer, Berlín, pp. 1137-1146
- Tsang, C. H. K.; Woo, M. H. C. & Bloor, C.** (1996) "An object oriented intelligent tourist advisor system". Intelligent Information Systems, Australian and New Zealand Conference on, pp. 6-9
- Uriel, E. & Hernández, R.** (2004) "Análisis y tendencias del turismo". Pirámide, Madrid
- Van setten, M.; Pokraev, S. & Koolwaaij, J.** (2004) "Context-aware recommendations in the mobile tourist application COMPASS". Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, pp. 235-244
- Vansteenwegen, P.; Souffriau, W.; Berghe, G. V. & Oudheusden, D. V.** (2011) "The city trip planner: An expert system for tourist", Expert Systems with Applications, 38: 6540-6546
- Yu, S.; Spaccapietra, S.; Cullot, N. & Aufaure, M. A.** (2003) "User profiles in location-based services: make humans more nomadic and personalised". En: Proceedings of the International Workshop on Next Generation Geospatial Information, NG2I 2003. pp 25-30
- Zipf, A.** (2002) "Adaptive context-aware mobility support for tourists". IEEE Intelligent Systems for Tourism, 1: 5-7

Recibido el 18 de mayo de 2011

Correcciones recibidas el 18 de julio de 2011

Aceptado el 22 de julio de 2011

Arbitrado anónimamente