

# RAMCAT: Modelo para generar recomendaciones en un sistema de realidad aumentada contextual basándose en las preferencias del turista

José Luis Leiva Olivencia\* Antonio Guevara Plaza\*\*

Carlos Rossi Jimenez\*\*\*

Universidad de Málaga (España)

**Resumen:** Actualmente existen aplicaciones orientadas al turismo basadas en realidad aumentada, pero no integran técnicas de recomendación. Este artículo describe RAMCAT (Realidad Aumentada Móvil Contextual Aplicada al Turismo) un modelo de guía turística, que recomienda puntos de interés, teniendo en cuenta factores como preferencias personales y atributos contextuales. Se presentan los componentes teóricos de la arquitectura propuesta, así como sus características, destacando la integración de diferentes sistemas de recomendación, que permiten añadir nuevos motores en el futuro. El artículo se centra en describir sus funcionalidades y el módulo correspondiente al sistema de recomendación basado en el perfil del turista. Otra característica importante del sistema propuesto es la retroalimentación del mismo mediante calificaciones del turista y su trazabilidad.

**Palabras Clave:** Realidad aumentada, Sistemas de recomendación, Sistemas de filtrado, Sistemas basados en contexto, Interacción usuario-máquina, Personalización.

## Generation of recommendations in an Augmented Reality system applied to tourism based on the context

**Abstract:** There are many tourist applications using augmented reality, but it's necessary have models with open architecture to integrate different recommendation techniques. This paper describes RAMCAT, an adaptive tourist guide which recommended points of interest (POIs). Factors such as personal interests and context-related attributes are important. We present the components of the proposed architecture and its characteristics, emphasizing the integration of different recommender systems, allowing adding new recommendation engine. The article describes with detail, the recommender system based on preferences of tourists. Other characteristic of the system is the feedback through qualifications of tourists and their traceability.

**Keywords:** Augmented reality, Recommender system, Filtering system, Context-aware system, Human-Computer interaction, Personalization.

## 1. Introducción

Internet ha provocado un importante cambio en la realización de muchas tareas y en la forma de trabajar de la sociedad. Actualmente, antes de realizar un viaje, los turistas utilizan recursos web de todo tipo para consultar servicios y actividades, que podrían realizar al llegar al destino. El volumen de información que podemos encontrar de un determinado destino turístico es habitualmente demasiado

\* Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Profesor Facultad de Turismo – Universidad de Málaga; E-mail: jlo@uma.es

\*\* Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Decano Facultad de Turismo. Universidad de Málaga; E-mail: guevara@lcc.uma.es

\*\*\* Catedrático Escuela Universitaria. ETS. Ingeniería Informática. Universidad de Málaga; E-mail: rossi@lcc.uma.es

grande, por lo que se debe dedicar gran cantidad de tiempo a buscar y encontrar lo que se necesita y realmente interesa.

Las oportunidades de acceso y gestión, introducidas por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), han acelerado la competencia entre las empresas y los destinos (Guevara et al., 2009). Las TIC han cambiado la forma de comercialización y difusión de la información turística de los destinos y empresas, además del modo en el que los usuarios acceden a la información, por lo que se hace necesario una inversión adecuada para conseguir aumentar la calidad de la oferta turística, mejorar los procesos y en definitiva generar ventajas competitivas.

Los destinos deben tener una visión amplia y dinámica, proporcionando al turista herramientas que ofrezcan información personalizada, tratando de integrar los diferentes productos turísticos existentes. A pesar de que las herramientas clásicas de información como las guías, audio-guías o páginas web pueden cubrir las necesidades básicas, el turista del siglo XXI demanda nuevas herramientas tecnológicas para obtener información con las características citadas (Guevara et al., 2009)

En los últimos años la aparición de dispositivos móviles inteligentes (conocidos como *smartphone*) están en continuo desarrollo y sus capacidades computacionales y de comunicación están creciendo exponencialmente (Chen, 2011). El disponer de cámara, GPS y capacidad de geolocalización hacen que la realidad aumentada (en adelante RA) se convierta en una excelente tecnología que puede aplicarse en el ámbito turístico. Por otro lado, el turismo es una actividad que está muy relacionada con los gustos, preferencias e intereses personales (García, 2009), y tanto la realidad virtual como la RA se presentan como técnicas muy interesantes para poder aplicarse en el turismo, ya que pueden generarse diversas situaciones y ambientes que enriquecerán la experiencia turística del visitante.

Un sistema de realidad virtual podemos definirlo formalmente como aquel en el que todos los elementos que lo componen son sintéticos y permiten una interacción en tiempo real (Azuma, 2001). Mientras, en los sistemas de RA, se permite que el mundo real visualizado por la cámara de un dispositivo como un *smartphone*, se enriquezca con la inclusión de elementos virtuales que coexisten en un mismo espacio con la imagen capturada por el dispositivo. La RA se ejecuta interactivamente y en tiempo real, posicionando de forma adecuada los elementos virtuales en el entorno real (Ozer, 2010).

Sin duda la forma de hacer turismo ha cambiado de forma radical debido a la revolución tecnológica producida. Actualmente, la mayoría de los turistas antes de realizar un viaje utilizan herramientas tecnológicas como servicios webs para planificar adecuadamente su estancia; pero es tanta la información que podemos encontrar disponible, que muchas veces el potencial beneficio puede ser un inconveniente debido a que la información que se ofrece al usuario es demasiada, por lo que los turistas requieren una importante inversión en tiempo para ir seleccionando qué información le interesa y qué información no le interesa. Por tanto, es necesario diseñar herramientas que permita a cada usuario encontrar de forma rápida y ágil las propuestas que le resultarán más interesantes.

Uno de los inconvenientes de las aplicaciones más populares de realidad aumentada (por ejemplo, Layar) es que habitualmente se muestra a los usuarios un número muy elevado de puntos de interés. Esto dificulta considerablemente la selección del elemento de información deseado, especialmente teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos el usuario está utilizando un dispositivo con una pantalla de pequeño tamaño. Este hecho hace que los beneficios potenciales de la realidad aumentada puedan verse atenuados por la cantidad de información que el usuario tiene que desechar. Es por este motivo que la utilización de los sistemas de recomendación (en adelante SR) en este tipo de sistemas puede servir de gran ayuda al turista para que solo le aparezca información relacionada con sus preferencias.

Esta última característica pretende evitar el excesivo tiempo que invierten los turistas en muchos sistemas para realizar una búsqueda efectiva sobre la información total que proporcionan. Un sistema de RA aplicada al turismo basado en el contexto deberá ofrecer solo resultados que sean exitosos respecto a las expectativas del turista y al contexto en el que se encuentra en el momento de realizar la petición de la recomendación. No es lo mismo visitar, por ejemplo, un determinado punto de interés si está lloviendo o hace un día soleado.

En este trabajo presentamos una aproximación a las funcionalidades básicas y beneficios del sistema RAMCAT, un sistema de realidad aumentada aplicada al turismo orientado a turistas que visitan el destino turístico de la Costa del Sol, que está siendo desarrollado por el grupo de investigación SICUMA de la Universidad de Málaga. Este sistema no solo ofrecerá unos servicios orientados a las preferencias del usuario, sino que ofrecerá también al destino turístico la oportunidad de comprender el comportamiento de los turistas que recibe.

Una de las principales innovaciones del sistema propuesto es la incorporación de sistemas de recomendación, sistemas generadores de rutas y utilización de atributos contextuales en las recomen-

daciones. Además, otro aspecto novedoso es la incorporación de un conocimiento semántico del dominio representado por una ontología, la cual servirá para mejorar el rendimiento de las recomendaciones. Otro elemento innovador propuesto es la posibilidad de implantar mecanismos de aprendizaje basándose en la interacción que realiza el usuario en el sistema, refinando de esta forma la información sobre el perfil que exista del propio usuario. La información del usuario se obtiene por tanto fundamentalmente mediante dos mecanismos: uno primero se encarga de recopilar las preferencias explícitas del turista mediante formularios, y el otro método permite recopilar información mediante la retroalimentación en el uso del sistema y las valoraciones realizadas por el propio usuario.

El sistema tiene una plataforma web mediante la cual los usuarios pueden darse de alta y conocer información sobre los diferentes puntos de interés, así como una plataforma móvil desde la cual se podrá en tiempo real solicitar recomendaciones en el destino. El sistema a partir de los intereses y preferencias del turista seleccionará las actividades más adecuadas teniendo en cuenta el contexto en el que se solicita la recomendación. Mediante las diferentes interacciones que realiza el usuario, el sistema se enriquece consiguiendo de esta forma realizar unas mejores recomendaciones. Otra ventaja del sistema propuesto es la posibilidad de generar rutas completas teniendo en cuenta la fecha, duración de visita, distancias, etc. El sistema móvil no solo servirá para solicitar y recibir recomendaciones, sino que es una herramienta extraordinaria de guiado para el turista.

El modelo propuesto enriquece diferentes modelos y ofertas de RA existentes ya en el mercado, teniendo como principales aportaciones:

- a) Defiende que la información contextual es trascendental en los sistemas de recomendación (clima, precios, compañía, horarios, etc).
- b) El sistema puede utilizar varios motores y técnicas de recomendación, pudiendo añadirse nuevos dada la arquitectura abierta del sistema. En el presente artículo vamos a centrarnos en el módulo de recomendación según los gustos personales del turista.
- c) El sistema permite trabajar en modo turista virtual. Se trata de un turista cuyas preferencias se basan en los gustos de los distintos miembros de un grupo que viajan juntos (Leiva, 2012).
- d) Utilización de un sistema de trazabilidad que permitirá obtener información del turista, minimizando, por tanto, la recogida de información explícita.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: comenzaremos describiendo la importancia que tiene en el turismo el uso de las nuevas tecnologías, en concreto la realidad aumentada y los sistemas de recomendación, haciendo una breve descripción del estado del arte de ambos. Posteriormente, describiremos los motivos que nos han llevado a proponer un sistema de RA basado en el contexto en el destino turístico de la Costa del Sol. Seguidamente, el grueso del trabajo se centrará en la descripción de las características del modelo propuesto, haciendo especial mención al módulo de recomendación basado en el perfil individual del turista, finalizando con unas breves reflexiones y líneas de trabajo futuro.

## **2. Realidad aumentada, sistemas de recomendación y turismo.**

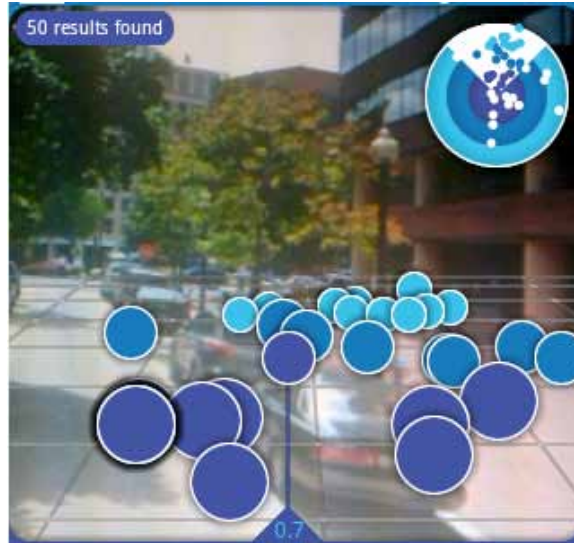
Un sistema de RA puede definirse como aquél que enriquece el mundo real con diferentes tipos de elementos virtuales que son generados mediante ordenador, permitiendo la coexistencia en un mismo espacio de objetos reales con objetos virtuales. En RA se pretende complementar la realidad en lugar de reemplazarla, consiguiendo de este modo un mayor realismo en todas nuestras acciones (Leiva, 2012).

La actividad turística está íntimamente relacionada con los gustos personales, por lo que es un motivo fundamental para que muchas aplicaciones webs relacionadas con el turismo incorporen SR., se trata de una forma de simular la interacción con un agente turístico con el turista o potencial turista (Delgado, 2002).

La posibilidad de utilización de tecnologías móviles, basadas en RA que permitieran la creación de rutas o recomendación de puntos turísticos según la posición en la que se encuentre el turista, sería un importante valor añadido a los servicios turísticos de una zona. Históricamente, la utilización de técnicas de recomendación en servicios turísticos conlleva ciertas dificultades, entre las que destaca que las recomendaciones no deben depender únicamente de los gustos del turista individual, sino que debe tener en cuenta la información del entorno. Es importante tener en cuenta la posición del turista,

la situación climática, contexto de compañía del turista y horarios de los POIs (Point of Interest) para sugerir aquellos que están en la zona o a una distancia mínima de donde se encuentre el turista. No es adecuado ofrecer al turista una oferta excesiva que le haga incómodo la interacción.

**Figura 1: Captura parcial de los resultados obtenidos mediante una aplicación de RA**



El sistema que proponemos debe ajustarse a estos parámetros, haciendo que no aparezcan aquellos puntos que no están en concordancia con sus preferencias y con el contexto. Por tanto, evitamos uno de los principales inconvenientes de los sistemas existentes, los cuales habitualmente presentan en el dispositivo una gran cantidad de puntos que hacen muy poco útil para el turista el sistema. En la figura 1 podemos observar un ejemplo de una aplicación de RA que detecta un conjunto de puntos excesivo para que el usuario pueda interactuar cómodamente.

Los turistas demandan información interactiva e individualizada, por lo que se han desarrollado muchas aplicaciones de RA relacionadas con el turismo que pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Orientadas al patrimonio. Permiten la reconstrucción, animación o visualización virtual de un determinado monumento y requieren la utilización de dispositivos especiales.
- Orientadas al guiado. Guían al turista utilizando dispositivos más comunes como puede ser un smartphone. Dentro de este grupo, encontramos aplicaciones como Layar<sup>1</sup>, Wikitude<sup>2</sup>, Vision<sup>3</sup> y el modelo RAMCAT, los cuales están enfocados para acceder en tiempo real a información del entorno.

Este tipo de tecnología representa un método eficiente e innovador para el turismo en actividades muy diversas como son la difusión, promoción, guiado, búsqueda de puntos turísticos y en la organización del viaje. Así, en los Sistemas de RA aplicadas al turismo basado en SR, cada turista debe tener un repositorio sobre sus gustos. Este repositorio se irá creando de forma estática o explícita (mediante la introducción por parte del propio turista de sus gustos) y de forma dinámica o implícita (cuando use el sistema de RA, el sistema irá registrando los diferentes elementos que visite, pudiendo el turista valorar las visitas realizadas). Otro procedimiento muy común de recomendación está basado en la concordancia entre la información que se tiene acerca del perfil del turista que utiliza el sistema y los perfiles de otros turistas que se encuentran también almacenados y de cuyas preferencias también se tienen conocimiento. Esto recibe el nombre de filtrado colaborativo de vecindad más cercana.

Son varios los modelos que pueden seguirse para construir un sistema de recomendación: Existen muchas clasificaciones de SR según diferentes tipologías, entre las más habituales podemos distinguir:

**Tabla 1. Clasificación de Sistemas de recomendación**

Colaborativos (Schwab, 2001)	La mayoría de los SR utiliza esta técnica. Los resultados que proporcionan tienen en cuenta las valoraciones realizadas por usuarios con gustos similares al que realiza la petición de recomendación.
Basados en contenido (Bezerra, 2004)	Se basa en categorizar los ítems a recomendar, proporcionando resultados que tengan características similares a otros que han sido bien valorados anteriormente por el usuario.
Demográficos (Pazzani, 1999)	Clasifica los usuarios según diferentes parámetros personales y las recomendaciones se realizan teniendo en cuenta el grupo demográfico al que pertenece el usuario.
Basados en casos (Smyth, 2007)	Utiliza información sobre casos previos para la recomendación del caso actual.

Además, es muy habitual encontrarse modelos de sistemas híbridos, siendo muy frecuentes los basados en contenido y colaborativos, y son muy pocos los que tienen en cuenta atributos de contexto (Adomavicius, 2010)

### 3. Descripción de herramientas turísticas en la Costa del Sol.

La Costa del Sol es una de las zonas turísticas más importante de España, en el año 2011 acogió a más de 9 millones de turistas<sup>4</sup>. Aunque actualmente existen varios sistemas de información disponibles para los turistas que viajan a la Costa del Sol, no encontramos ningún sistema específico de realidad aumentada basado en sistemas de recomendación contextuales. En la siguiente tabla resumimos las características principales de los sistemas de información más importantes de la Costa del Sol para posteriormente compararlo con el sistema propuesto.

**Tabla 2. Características de sistemas de información turísticos de la Costa del Sol**

	Web	Aplicación móvil	Sistemas de recomendación/ Distingue grupos	Información sobre recursos	Creación de rutas	Rutas definidas
MalagaTurismo.com	Sí	No	No/No	Sí	No	Sí
VisitaCostadelSol.com	Sí	No	No/No	Sí	Sí	No
Malaga.es/turismo	Sí	Sí	No/No	Sí	No	No
Andalucia.org	Sí	No	No/No	Sí	No	Sí
Qualifica.org	Si	Sí	No/No	Sí	No	No
Spain.info	Sí	No	No/No	Sí	Sí	Sí
TurismodeRonda.es	Sí	No	No/No	Sí	No	Sí
Marbellaexclusive.com	Sí	No	No/No	Sí	No	Sí
Turismo.Antequera.es	Sí	No	No/No	Sí	No	No
Benalmadena.com	Sí	No	No/No	Sí	No	Sí

Durante el año 2012 hemos realizado encuestas a turistas de la Costa del Sol que utilizan habitualmente smartphones (854 turistas) y nos encontramos con datos ciertamente reveladores:

- La RA es un concepto desconocido por un amplio número de ellos (64%).
- La gran mayoría ha utilizado páginas web para informarse sobre diferentes actividades turística, encontrando la mayoría de ellos demasiada información para encontrar lo que realmente necesitan (95%)

- c) Un porcentaje muy significativo considera muy interesante el disponer de sistemas que recomienden teniendo en cuenta sus preferencias (89%), considerando aún más interesante (98%) que tuviera en cuenta atributos contextuales.
- d) Un porcentaje elevadísimo (99%) consideraría las recomendaciones que el sistema le propusiera, y un 94% lo utilizaría sobre todo en aquellos momentos en los que no sabe qué hacer y ya ha visitado las actividades planificadas.

**Figura 2. Captura de aplicaciones móviles de sistemas turísticos de la Costa del Sol**



En la tabla 2 podemos observar que la totalidad de los sistemas existentes son herramientas desarrolladas para la promoción y para la búsqueda de información por parte de los usuarios, pero no ofrecen sistemas de recomendación según las preferencias del usuario, y mucho menos teniendo en cuenta las preferencias de los turistas que viajan en grupo. Además, la gran mayoría no permite crear rutas de forma automática, y las que lo permiten las realizan mediante la selección específica y manual del usuario, siendo este el que tiene que ir buscando uno a uno los elementos que formarán la ruta, lo que obliga al usuario consultar horarios, distancias, etc. Esto supone una tarea bastante ardua y poco eficiente para el usuario que utiliza el sistema. Como podemos observar en la figura 2, algunas permiten mostrar información (sin tener en cuenta sus preferencias) a partir de la posición del visitante a través de GPS, lo cual resulta muy interesante para el turista, permitiéndole una visita más rica y completa.

La herramienta que presentamos se enmarca dentro del proyecto de recualificación turística de la Costa del Sol Occidental del consorcio Qualifica, el cual desarrolla un sistema integral de información

turística cuyo objetivo es potenciar el turismo en la Costa del Sol Occidental, incidiendo positivamente en la competitividad y la innovación. El proyecto se centra en un sistema de información basado en una arquitectura integrada con información de los diferentes puntos turísticos, posición geográfica, categoría, valoración realizada por los diferentes turistas, etc.

La plataforma de información turística tiene registrados más de 5000 puntos de interés, y su arquitectura integrada permite el acceso a información actualizada tanto en la aplicación web<sup>5</sup> como en la aplicación móvil<sup>6</sup> y pantallas interactivas en oficinas de turismo. Actualmente está implementada en el sistema la elección de puntos por parte del turista según categorías establecidas, pudiendo obtener información sobre cómo llegar, precios, horarios y diferentes tipos de características de los productos turísticos que se ofertan en la Costa del Sol.

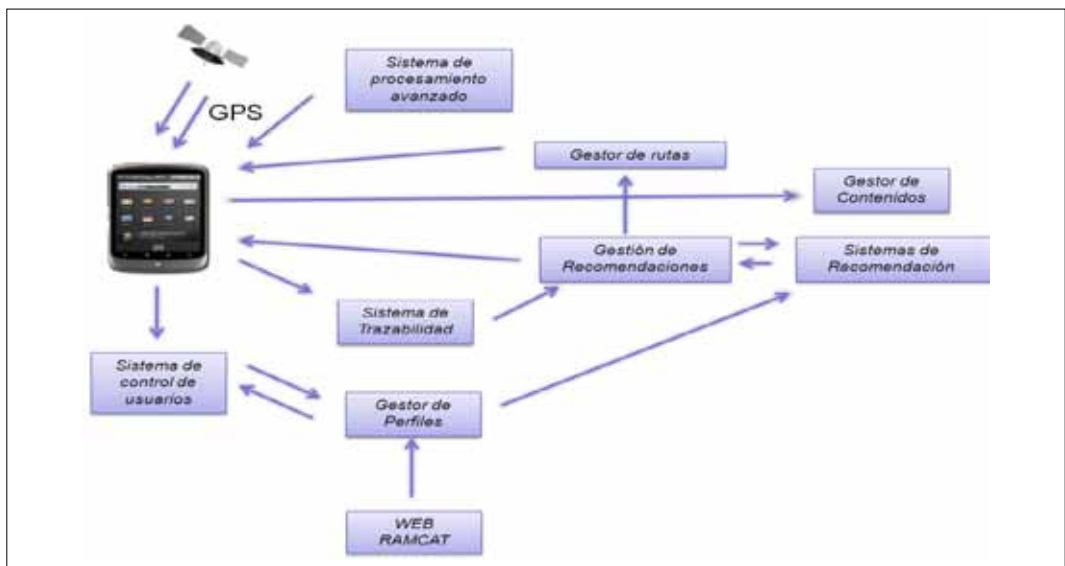
La marca turística Costa del Sol es una de las más importantes de nuestro país, por lo que se hace necesario asumir el reto de la diferenciación y de la explotación de las nuevas tecnologías para mejorar los servicios que se prestan en el destino. Es por este motivo por el cual se presentan nuevas estrategias que permitan dinamizar la relación entre los destinos y los visitantes.

La aplicación web y móvil existente actualmente siendo un importante paso, tiene que ser un paso inicial para el desarrollo de herramientas aún más potente respecto a servicios prestados, pero siempre dentro de aportar servicios flexibles y fáciles de manejar por los visitantes. El sistema que presentamos está dirigido a visitantes y a la población de la Costa del Sol, pero sería muy interesante poder realizar recomendaciones personalizadas a un destino más amplio como la comunidad autónoma andaluza.

#### 4. Componentes de RAMCAT. Perfiles y formalización.

El sistema RAMCAT es un prototipo de sistema de RA aplicado al turismo basado en el contexto que permite mostrar al turista en su dispositivo móvil información personalizada sobre recursos y actividades turísticas existentes en la Costa del Sol, teniendo en cuenta sus preferencias. Una de las principales aportaciones del sistema es la capacidad de aprendizaje del mismo a partir de las interacciones del turista con las aplicaciones, para de esta forma mejorar las recomendaciones tanto al turista que utiliza el sistema como a futuros usuarios del sistema. Para proporcionar la información personalizada se utilizan varios módulos de recomendación; filtrado colaborativo, contextual, recomendación por contenido, etc. Todos estos módulos utilizan una ontología creada a propósito, que permite categorizar las distintas actividades utilizando una taxonomía.

Figura 3. Arquitectura de RAMCAT



RAMCAT se basa en una arquitectura modular que interacciona como puede ilustrarse en la figura 3, y que está compuesto por los siguientes subsistemas:

- Web RAMCAT: sitio en el que los usuarios se registran en el sistema y en el que pueden organizar la visita en el destino y valorar puntos que visite y que en la aplicación móvil no haya puntuado.
- Sistema de almacenamiento y gestor de contenidos de RA: almacena toda la información sobre los puntos de interés, características, calificaciones, etc. Esta información estaría compartida con el gestor de contenidos actual de Qualifica.
- Sistema de procesamiento avanzado: permite mostrar información de RA a través de geolocalización, orientación y detección de marcas artificiales.
- Gestor de perfiles de usuarios: permite almacenar, controlar y modificar toda la información del turista.
- Sistema de control de usuarios: permite el acceso del usuario al sistema, validando las acciones realizadas (calificaciones, accesos, peticiones, ...).
- Sistemas de trazabilidad: permite conocer mejor al turista registrando los lugares que visita, peticiones, interacciones, etc. Extrae del sistema de control de usuarios información sobre la interacción del turista con el sistema.
- Sistemas de recomendación: compuesto por diferentes módulos de recomendación que generan listas de recomendaciones de puntos.
- Gestión de recomendación de puntos: recopila diferentes listas de recomendación generadas por el sistema de recomendación, obteniendo un listado ordenado por predicción de satisfacción. También permite mostrar en la imagen aumentada un número de puntos (no más de 5) que se recomienda visitar al turista, y que han obtenido mayor valoración.
- Gestor de rutas: recoge del gestor de recomendación el conjunto de puntos con mayor valor obtenidos en los sistemas de recomendación, teniendo en cuenta las preferencias y el contexto. A partir de estos puntos generará rutas teniendo en cuenta el tiempo de visita, horarios, etc.
- El sistema propuesto podemos definirlo a partir de los siguientes elementos:
- U: Conjunto de usuarios. En nuestro caso será el conjunto de turistas que utilizará el sistema de RA. Cada usuario pertenece a un grupo G de usuarios.
- G: Categorías de usuarios. Un usuario u es asignado a una categoría de usuarios según su afinidad a las preferencias predeterminadas de ese grupo
- I: Conjunto de posibles ítems (o elementos) a recomendar. En el caso que nos ocupa serán los diferentes POIs turísticos.
- C: Conjunto de categorías de ítems. Cada ítem  $i \in I$ , estará asignado a una o varias categorías, es decir, si  $C = c_1 \cup c_2 \cup \dots \cup c_n$ , donde  $c_i$  es una categoría (por ejemplo, museo, playa, etc), diremos entonces que para un punto de interés i debe pertenecer al menos a un  $c_i \in C$ .
- T: Contexto en el que se encuentra un usuario en un instante dado. El contexto tiene varios atributos no obligatorios (compañía, posición, fecha, hora, clima, duración actividad, precio) que pueden tenerse en cuenta en una recomendación.
- u: Usuario sobre el cual se realiza la recomendación de los ítems detectados por el sistema de RA
- i: ítem para el que se quiere generar la predicción de la preferencia de u.
- $V_i^c$ : valoración del ítem i en la categoría c. Se trata de un vector de dimensión k+1 donde k es el número de atributos de contexto para el que está valorado el ítem i. Así su estructura será  $(r_i^c, r_{i_1}^c, r_{i_2}^c, \dots, r_{i_k}^c)$ , donde  $r_i^c$  es la valoración general que tiene el ítem i en la categoría c, mientras que  $r_{i_m}^c$  es un valor entre 0 y 1 que indica como influye el atributo de contexto m en la valoración. Así, por ejemplo un atributo relacionado con el clima puede valer 1 si el clima es excelente para visitar un punto de esa categoría y un 0 indica que el clima es inadecuado para poder realizar la visita a un punto de esa categoría. Un mismo ítem i, tiene diferentes valoraciones para diferentes categorías, ya que un punto turístico puede estar clasificado en varias categorías.
- $V_u^c$ : valoración de la categoría c por el usuario u. Se trata de un vector de dimensión k+1 donde k es el número de atributos de contexto de compañía (solo, pareja, grupo, niños,....) para el que está valorado la categoría u. Así, su estructura será  $(r_u^c, r_{u_1}^c, r_{u_2}^c, \dots, r_{u_k}^c)$ , donde  $r_u^c$  es la valoración



general que tiene el usuario  $u$  en la categoría  $c$ , mientras que  $r_{um}^c$  es un valor entre 0 y 1 que indica cómo influye el atributo de contexto de compañía  $m$  en la valoración. Al conjunto de todos los valores  $V_u^c$  para un usuario  $u$  se le denominará perfil general del usuario  $u$ .

Debido a que el sistema propuesto tiene varios sistemas de recomendación, obtendrá una lista para cada SR, teniendo posteriormente que priorizar los diferentes resultados obtenidos, mostrando en la pantalla del dispositivo los ítems mejor valorados o mostrando una única lista donde aparecerá en primer lugar el punto  $i$ . Todo punto de interés  $i$  visitado por  $u$ , deberá posteriormente calificarlo, de tal manera que sea utilizado como feedback.

## 5. Interacción del turista con el sistema.

El sistema puede ser utilizado indistintamente antes de realizar la visita a un destino, durante la visita al destino, y después de haber realizado una visita al destino. El sistema está orientado al destino turístico de la Costa del Sol, pero creemos que podría adaptarse fácilmente a otros destinos e incluso incluir en el mismo sistema distintos destinos.

Las tareas principales que un turista puede realizar con el sistema son:

- Crear o modificar su perfil.
- Planificación previa del viaje.
- Generación de rutas.
- Solicitar recomendaciones.
- Ser guiado hacia un punto turístico.
- Obtener información sobre puntos turísticos.
- Puntuar visitas.

El sistema se compone de dos herramientas RAMCAT web y móvil. En la figura 4 podemos observar un detalle de la aplicación web, donde se recoge información específica del usuario sobre sus preferencias. De esta forma se irán identificando los intereses que permitirán no solo conocer sus gustos, sino también asignarlo a un tipo de visitante según diferentes características socio-demográficas. Posteriormente, el sistema asocia estas valoraciones a los diferentes conceptos definidos en la ontología.

**Figura 4. Detalle aplicación web en la que el turista indica preferencias de visitas**

	1	2	3	4	5
Visitar edificaciones (Castillos, Palacios, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visitar edificios públicos (Bibliotecas, edificios oficiales, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visitar edificios religiosos (Catedrales, Iglesias, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visitar restos arqueológicos (Murallas, restos, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visitar monumentos (Esculturas, Plazas, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A partir de los diferentes mecanismos del sistema, se realizará una recomendación basándose en las preferencias del usuario. Uno de los principales inconvenientes de los sistemas de RA existentes en el mercado es que el número de POIs que aparecen en la pantalla es muy grande. Por tanto, RAMCAT para evitar estos inconvenientes muestra en pantalla solo las cinco primeras valoraciones, pudiendo el turista solicitar una ruta automática de estos puntos que optimice el tiempo en los desplazamientos y tenga en cuenta los horarios de apertura y cierre, etc.

RAMCAT plantea varias formas básicas de uso:

- Modo aumentado: el turista visualiza en la pantalla la realidad aumentada apareciéndole un máximo de 5 puntos que son recomendados.
- Modo lista: el turista visualiza una lista de puntos turísticos ordenados teniendo en cuenta las preferencias del turista.
- Modo ruta: es una generalización del método anterior. El turista selecciona de la lista aquellos puntos que desea visitar y el tiempo estimado que tiene para realizar la visita. El sistema le mostrará la imagen real, apareciendo los puntos numerados por orden de visita recomendada, que conformarán la ruta.

Evidentemente, para cualquiera de los usos que se haga de RAMCAT, el sistema detecta la posición del turista y los atributos de contexto, determinando una lista de puntos en un radio respecto al turista (modificable), basándose en los puntos existentes en esa zona y en las preferencias del turista.

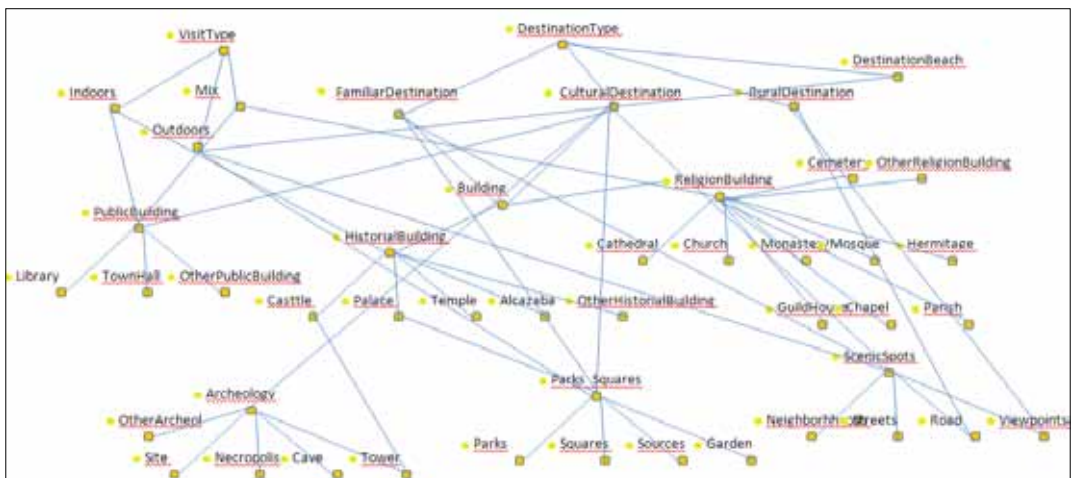
Cada punto visitado deberá ser calificado por el propio usuario para mejorar el sistema, complementando la información que tiene el sistema del usuario, así como del punto turístico que se haya visitado. Esta tarea no debe ser complicada para que el turista lo vea como algo sencillo y adecuado.

## 6. Representación y procesamiento de la información.

El turismo es un ámbito de conocimiento que ha crecido espectacularmente en Internet, produciendo un gran cambio en la forma en que los turistas acceden a la información sobre los destinos, formas de contratar o reservar viajes, hoteles, etc.

A continuación exponemos cómo representar el conocimiento de los diferentes POIs recomendados por el SR y que serán visibles en el sistema de RA. Para categorizar los diferentes puntos, actividades a recomendar y las preferencias de los usuarios es necesario construir una ontología específica que sea capaz de representar el conocimiento. Una ontología permite agregar a un sistema la capacidad de razonamiento, así como mejorar las prestaciones de los algoritmos de aprendizaje automático (Mobasher, 2007). En la figura 5 podemos observar parte de la ontología creada con información sobre diferentes tipos de destinos y puntos de interés.

**Figura 5. Visión parcial de la ontología desarrollada para RAMCAT**



La ontología consta de 318 conceptos que son utilizados para realizar las recomendaciones, de forma que nos permite representar las preferencias que tiene los diferentes usuarios sobre los diferentes tipos de recursos turísticos que puede visitar. Cada punto turístico está etiquetado con uno o varios conceptos de la ontología. Las diferentes relaciones existentes entre los diferentes nodos permitirán relacionar las preferencias del turista sobre un determinado punto turístico o actividad. Por ejemplo, si un turista visita un monasterio, el sistema deduce que tiene interés en visitar edificios religiosos, pero también edificios históricos.

El sistema propuesto por tanto debe utilizar técnicas de aprendizaje para enriquecer el perfil del propio turista, actualizando dinámicamente sus preferencias a partir de sus interacciones y visitas. Así, el hecho que un turista seleccione la opción de mostrar información detallada de un determinado punto turístico o elimine una actividad recomendada para una ruta para visitar otras, permite realimentar la información existente del propio turista. Toda esta información junto con las valoraciones que realicen debe ser trasladada mediante la ontología a la estructura que almacena las preferencias del turista.

El sistema de gestión de la información de ítems utiliza una taxonomía a partir de la ontología desarrollada, para así poder representar y manipular la información de las preferencias del turista, y catalogar los diferentes POIs.

Las entidades en una taxonomía se organizan en una estructura jerárquica conectadas por una relación “es una”, donde los niveles de clasificación más específicos corresponderán a niveles inferiores. Las entidades representan conceptos comunes de un dominio del turismo. Mientras, los nodos hojas de la taxonomía serán las actividades o POIs, es decir, el concepto más específico.

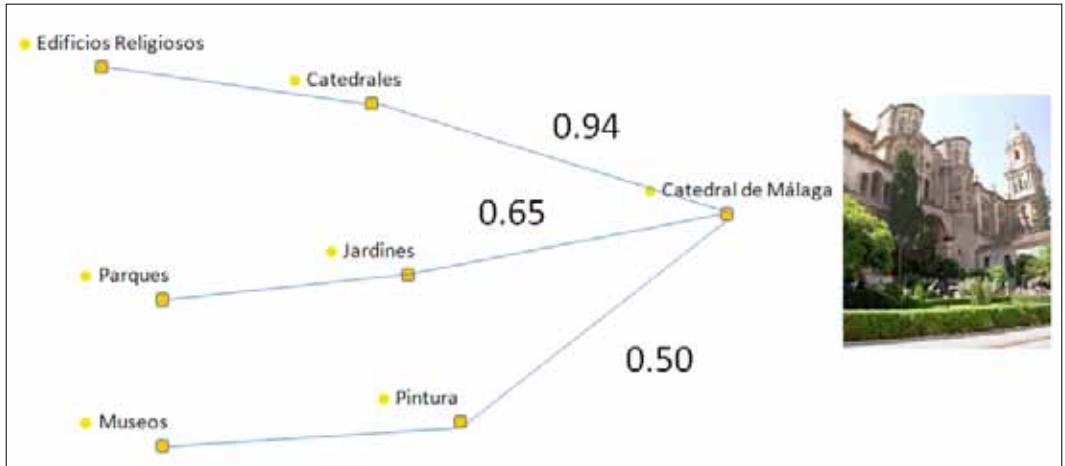
La taxonomía puede definirse como un grafo (C,I,E), donde C es el conjunto de nodos no hojas del grafo, los cuales representan conceptos de la ontología descritos como categorías y subcategorías de POIs turísticos, mientras que I representa el conjunto de nodos hojas del grafo que son los diferentes POIs que son detectados en el sistema de RA. F es el conjunto de flechas que relacionan nodos del conjunto C y nodos del conjunto C e I. A continuación definimos los tipos de conectores:

- $F_{C-C} = (C_i, C_j)$ , que vincula una categoría  $C_i$  con una categoría sucesora o subcategoría  $C_j$ . Este tipo de flechas solo conecta categorías con subcategorías exclusivas, es decir, que no es compartida por ninguna otra categoría.
- $F_{C-C-k} = (C_i, C_j, k_{ij})$ , que vincula una categoría  $C_i$  con una categoría sucesora o subcategoría  $C_j$  con una ponderación basada en un grado de pertenencia. Este tipo de conexión conecta categorías con subcategorías compartidas. En este caso la flecha va acompañada de un valor  $k$  que indica el grado de pertenencia total a dicho concepto (valor entre 0 y 1, indicando el 1 máxima pertenencia).
- $F_{C-i-r} = (C_j, i, V_i^c)$ , que vincula una categoría  $C_j$  con un punto de interés turístico  $i$ , que tienen unas valoraciones según diferentes atributos de contexto. Estos valores pueden ir variando con el tiempo según las visitas y calificaciones de los usuarios que usan el sistema. El valor general de un punto  $i$  en la categoría  $c$ , se denomina  $r_i^c$ . Dado que este valor puede alterarse por diferentes parámetros contextuales, necesitamos una estructura que almacene tanto  $r_i^c$ , como los parámetros de ponderación de los atributos contextuales. A esta estructura la denominamos  $V_i^c$ , que representa la valoración de ese punto y cómo le influyen los diferentes parámetros de contexto.

Así, por ejemplo en el nodo de la taxonomía correspondiente a Destino Cultural, encontramos categorías como por ejemplo Edificios, que a su vez se subdivide en Edificios religiosos, Edificios históricos, y así sucesivamente hasta llegar a los diferentes nodos hojas que serán los puntos turísticos de interés. De esta forma, algunos nodos hojas pueden pertenecer a una categoría o a más de una, como podemos observar en la figura 6.

En la figura 6 podemos ver cómo el punto turístico Catedral de Málaga está referenciado por tres conceptos: catedrales, jardines y pintura. El valor que aparece en las líneas que conectan el concepto con el punto turístico indica el grado de interés de la actividad en relación con el concepto. Así, la actividad o punto turístico Catedral de Málaga está asociado a un valor de interés del 94% (valor 0.94) al concepto “Catedrales”. En la misma actividad también existe una relación con el concepto “Jardines” con un valor de interés de 65% (valor 0,65) y con el concepto “Pintura” cuyo valor de interés de 50% (valor 0,5).

**Figura 6. Visión parcial de la taxonomía correspondiente al punto turístico Catedral de Málaga**



Cada nodo hoja representa un POI que tiene asignado un valor  $V_i^c$  que se irá retroalimentando con las evaluaciones, que se harán teniendo en cuenta los atributos contextuales. Al poder pertenecer un ítem a varias categorías, tendrá por tanto calificaciones  $r_i^c$  diferentes, que irán actualizándose con las calificaciones. Además, para cada punto de interés el sistema debe recopilar información como: descripción completa, enlaces a páginas web con información del POI, horario, precios, duración media de visita para diferentes tipos de turistas, etc. (Figura 7).

**Figura 7. Ficha del punto turístico Catedral de Málaga**

**Información General**
\_ □ ×

CATEDRAL DE MÁLAGA

Dirección: C/ Molina Lario, s/n.  
 Teléfono: 95 221 59 17  
 Horario: L,M,X,J,V (10:00-18:45)  
           S (10:00-17:45)  
 Cerrado: D y festivos.  
 Precio: 2 €

Usuario	Tiempo
A	60
B	90
C	120
D	180

Ampliar Información

Por tanto, para cada punto  $i$  está definida una lista  $L_i$ , cuyos elementos son tuplas formada por tres campos (categoría, valoración en esa categoría, atributos de contexto aplicables). Esta lista será fundamental en la generación de sugerencias del sistema de recomendación. Cuando un turista activa una categoría o tiene entre sus preferencias dicha categoría, el sistema activa todas las subcategorías que pertenecen a dicha categoría para que los POIs que pertenezcan a dichas subcategorías, entren dentro de los ítems que participarán en el sistema de recomendación.

Si volvemos al ejemplo anterior la catedral de Málaga tendría asignada los siguientes valores:

$$L_i = \{(Catedrales, 94, C_{Catedrales}), (Jardines, 65, C_{Jardines}), (Pintura, 50, C_{Pintura})\}$$

Donde  $C_{Catedrales}$ ,  $C_{Jardines}$  y  $C_{Pinturas}$ , almacena cómo influyen diferentes parámetros de contexto a la valoración.

Las preferencias obtenidas al inicio del registro por parte del turista las almacenaremos en una estructura formada por un vector de longitud  $n$ , donde  $n$  es el número de categorías interesantes para el turista  $u$ . Así, denominaremos  $SRP^u$  al vector de preferencias de recomendación específicas del usuario  $u$ , y  $SRP^u[c]$  contendrá una estructura que nos permitirá obtener el valor de predicción de preferencia del usuario  $u$  en la categoría  $c$  ( $V_u^c$ ).

Cada turista  $u$  debe estar categorizado dentro de un grupo o categoría de turista por semejanza, creándose una estructura similar a la anterior denominada  $SGP^u$ , pero que almacena preferencias de grupo. También se utilizarán otras dos estructuras denominadas  $SHP^u$  U  $SPP^u$  que definiremos posteriormente.

Cada vez que el usuario se conecta a RAMCAT, éste debe detectar la posición del turista y el servidor seleccionará el conjunto de POIs existentes en esa zona, denominado PITD (Puntos de Interés Turísticos Detectados). El usuario deberá indicar la forma de interacción para obtener del gestor de recomendaciones las sugerencias según el turista y el contexto.

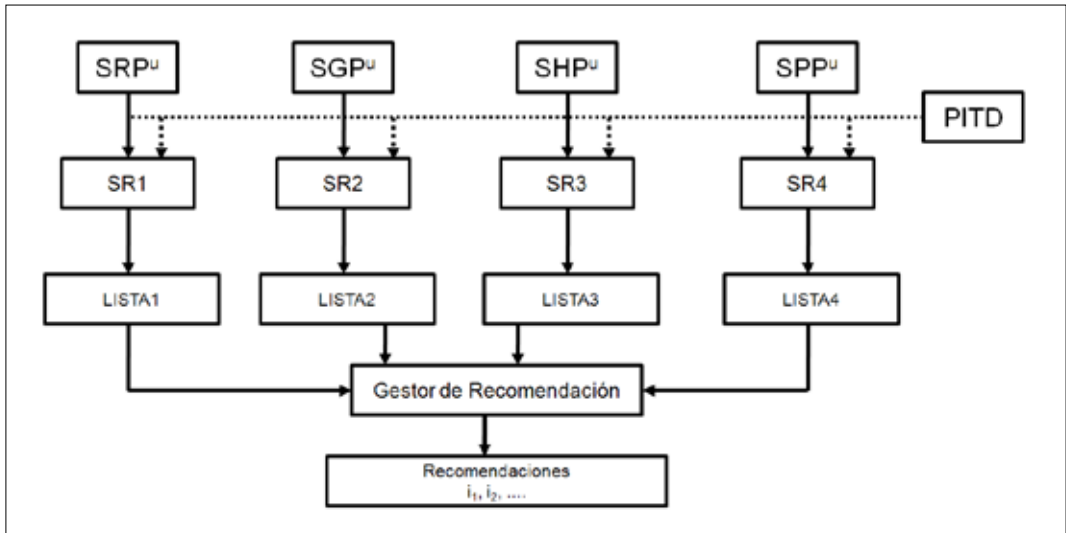
Una petición de recomendación (RP) al sistema requiere que se realicen diferentes recomendaciones de los puntos detectados (PITD) por el sistema de RA, con las diferentes preferencias que se tienen almacenadas del turista. Denominaremos  $SP^u$  al conjunto de preferencias totales del usuario  $u$ . Se trata de una multiestructura expresada de la siguiente manera:

$$SP^u = SRP^u \cup SGP^u \cup SHP^u \cup SPP^u$$

donde:

- $SP^u$ : preferencias específicas totales del usuario  $u$  (Specific preferences).
- $SRP^u$ : preferencias de recomendación específicas del usuario  $u$ . Utiliza técnicas basadas en el conocimiento del perfil del turista.
- $SGP^u$  : preferencias específicas de grupo al que está asignado el usuario  $u$ . Este módulo utiliza técnicas de recomendación de filtrado colaborativo y métodos socio-demográficos.
- $SHP^u$ : son las preferencias según historial de visitas del usuario  $u$  teniendo en cuenta el contexto de compañía ( $c$ ). Se trata de un módulo de recomendación basado en contenido.
- $SPP^u$ : son las preferencias de planificación específicas. En muchos casos la interacción del turista con el sistema requiere incluir restricciones que permitan filtrar las preferencias generales y específicas del turista. Por ejemplo, un turista al que le gusta visitar museos puede indicar que en ese momento no desea visitar este tipo de recurso, o bien desea visitar puntos relacionados con el patrimonio industrial, siendo una categoría que normalmente no muestra ningún tipo de interés en visitar. Este tipo de restricciones se almacenan en la estructura  $SPP^u$ .

Figura 8. Generación de recomendaciones en RAMCAT



En la figura 8 podemos ver cómo el sistema obtendrá las recomendaciones finales a partir de las lista de recomendación generadas por cada módulo de recomendación, teniendo en cuenta en cada uno de los casos tanto los puntos detectados por el sistema (PITD) y las diferentes estructuras de conocimiento que se utilizan para realizar la recomendación.

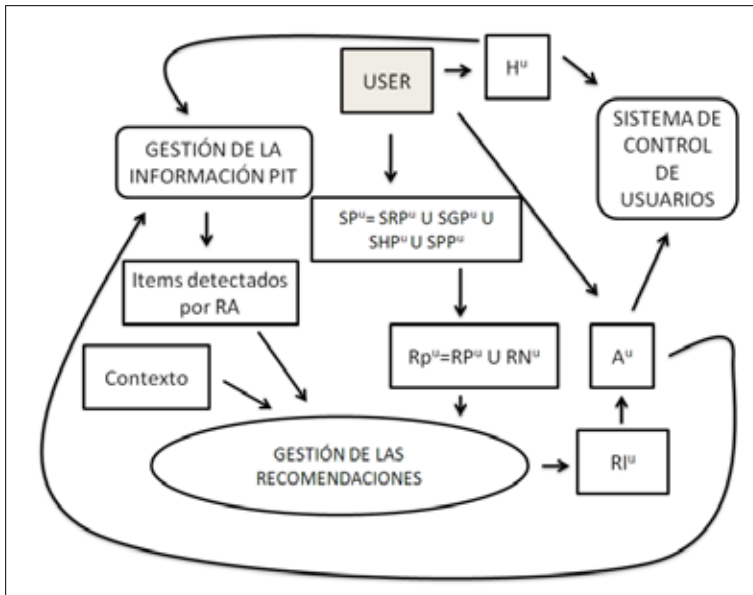
Cuando el sistema gestor de contenidos recupera los POIs detectados (PITD), el subsistema de recomendación utiliza la taxonomía anteriormente descrita para generar la lista de POIs a recomendar. La técnica que utilizamos para realizar la recomendación es de tipo híbrida. Como puede observarse en el gráfico, la lista se obtiene mediante cuatro sistemas de recomendación independientes. En concreto, se utilizan técnicas de recomendación basadas en contenidos, además de aplicar técnicas demográficas. En las tareas de filtrado se utilizan técnicas basadas en preferencias generales y específicas teniendo en cuenta diferentes tipos de atributos de contexto. Una vez se tiene una lista de ítems a recomendar, según el tipo de interacción que el turista haya elegido, podrá seleccionar, si lo desea, el punto recomendado que desea visitar.

En caso de que el usuario  $u$  visite un punto  $i$  recomendado, diremos que la visita es aceptada y el turista expresará su grado de satisfacción. Se llama  $A^u$  al conjunto de actividades aceptadas por el usuario  $u$  en el sistema de RA. Al conjunto de actividades que visita el usuario  $u$  que no han sido recomendadas por el sistema, se le llama  $V^u$ . Además, el conjunto de actividades detectadas por el sistema de trazabilidad que ha visitado el turista se denominará  $T^u$ . De esta forma, llamaremos  $H^u$  al histórico de visitas del usuario  $u$ , y su expresión sería:

$$H^u = V^u \cup A^u \cup T^u$$

Todo sistema de recomendación debe obtener de los diferentes perfiles las restricciones que deben cumplir los puntos que va a recomendar. Una restricción  $r$  es una preferencia del tipo  $(a,b)$ , donde  $a$  es la categoría y  $b$  el grado de satisfacción que proporciona la visita de puntos pertenecientes a esa categoría  $a$ . El sistema debe gestionar dos conjuntos de restricciones:  $RP^u$ , que son las denominadas restricciones positivas, que deben ser satisfechas por los ítems recomendados, y  $RN^u$ , que son las restricciones negativas, que no deben ser cumplidos por los ítems recomendados. A la unión de ambas se le llama  $Rp^u$ . Por ejemplo, en el módulo  $SRP^u$ , una preferencia positiva podría ser  $(Museos, 7)$  que indicaría que el turista considera preferente visitar aquellos museos que tengan un interés igual o superior al 7. Todo sistema de recomendación debe tener restricciones positivas para poder recomendar puntos turísticos de interés, no siendo obligatorio que existan restricciones negativas.

**Figura 9. Comportamiento del sistema de recomendación**



El comportamiento del sistema de recomendación se puede resumir fácilmente por medio de las relaciones definidas en la figura 9: el sistema, para un turista  $u$ , a partir de sus  $SP^u$  y a través de las  $RP^u$  y el contexto gestiona las diferentes recomendaciones generando el conjunto de ítems recomendados ( $RI^u$ ), a partir del cual el usuario podrá seleccionar las visitas recomendadas que desee  $A^u$  y posteriormente evaluarlas. Esta evaluación junto a las realizadas por ( $V^u$  U  $T^u$ ) crearán una retroalimentación tanto en el sistema de gestión de la información de POI como en el sistema de control de usuarios. RAMCAT permite la interacción entre diferentes módulos de recomendación y de filtrado y pueden ser añadidos nuevos motores de recomendación en caso necesario. Actualmente, el sistema tiene cuatro módulos de recomendación, como puede observarse en la figura 8. Así, el módulo de recomendación demográfica (Adomavicius , 2005) clasifica a un usuario  $u$  en una categoría demográfica, según las preferencias y características específicas de grupo del usuario  $u$  ( $SGP^u$ ), y tiene un funcionamiento similar al que sigue en el módulo basado en  $SRP^u$ . En el ámbito de este trabajo no se describen los procesos de asignación de un turista a un grupo.

Por otro lado, el módulo de recomendación basado en contenido consiste en recomendar una serie de actividades teniendo en cuenta las preferencias de las actividades puntuadas positivamente por el turista en el pasado ( $SHP^u$ ), asumiendo que esos POIs le serán de interés. Por ejemplo, si un turista ha puntuado muy positivamente un parque de atracciones, el sistema debe incluir esta recomendación si en la zona en la que se encuentra existen parques de atracciones. Mediante esta técnica proponemos calcular el conjunto de restricciones positivas ( $RP^u$ ) de la siguiente manera, siendo  $f$  un concepto de actividad o categoría:

$$RP^u = (f, r^f)$$

donde

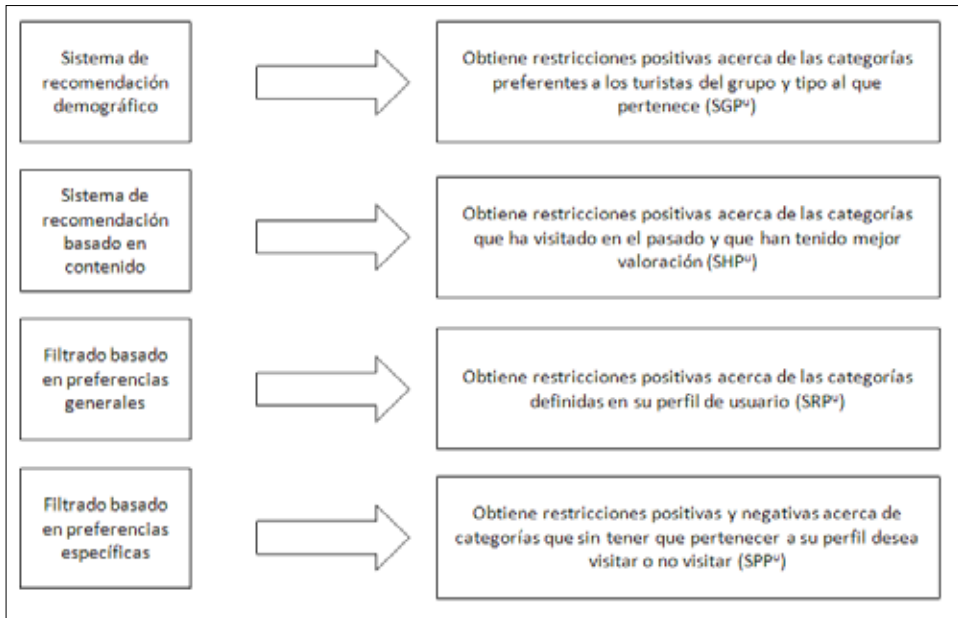
$$r^f = \frac{\sum_{v \in H^u} (r_i^u)}{|H^u|}$$

con  $i \in f$

Por lo tanto, para cada categoría se pondera la satisfacción media que el turista ha tenido visitando ítems de misma categoría. Es importante señalar que tenemos en cuenta la calificación proporcionada por el usuario en aquellas visitas con contexto de compañía igual al momento al que se realiza la petición. Por ejemplo, si estamos con niños, se tendrán en cuenta las visitas realizadas con niños.

Además, el módulo de filtrado de preferencias específicas trabajará con las preferencias de planificación especiales del usuario (SPP<sup>u</sup>). Esta técnica permite almacenar preferencias que pueden diferir de las generales. Por ejemplo, el turista puede definir como preferencia específica una categoría que no se encontraba en sus preferencias generales y que no tienen por qué cambiar, o bien el turista puede indicar como preferencia específica que no quiere visitar una determinada categoría que está incluida entre sus preferencias. Por tanto, en esta estructura se incluyen tanto restricciones positivas como restricciones negativas. En muchos casos podemos encontrarnos que este conjunto de restricciones está vacío porque el turista no modifica sus preferencias habituales.

**Figura 10. Módulos de recomendación y filtrado actuales de RAMCAT.**



En la figura 10 podemos observar cómo se obtienen paralelamente los cuatro tipos de restricciones a la hora de realizar una recomendación el sistema. Para cada módulo se obtendrá una lista de ítems recomendados y restricciones que junto a los atributos del contexto el gestor de recomendación obtendrá la recomendación final.

El módulo de gestión de recomendaciones tiene como entrada de datos de los sistemas de recomendación y de los sistemas de filtrado el conjunto de listas de recomendación de ítems con su valor de predicción, el conjunto de restricciones  $RP^u$  y  $RN^u$ , los atributos de contexto a tener en cuenta (tiempo, clima, etc.) para el turista  $u$  e itinerarios predefinidos existentes. Una vez adquirida esta información por el módulo, debe generar las actividades a recomendar, teniendo en cuenta tanto las restricciones positivas como las restricciones negativas y los atributos de contexto que harán que se eliminen ítems recomendados que el turista no desea que se le recomienden en la visita actual o aquellos que no cumplan las expectativas expresadas en sus restricciones.

El siguiente paso es ordenar adecuadamente este listado. La lista de ítems debe ser procesada por un módulo que aplicará técnicas de recomendación híbrida mezclada (TRMH) (Leiva, 2012). En estos cálculos se tiene en cuenta que  $I$  está formada solo por los ítems que han sido detectados por el sistema y que han sido recomendados por alguno de los cuatro módulos de recomendación y filtrado. Para ello debe calcular para cada ítem su prioridad. Así, dada una actividad o ítem  $i$  que cumpla las restricciones, tenemos que la prioridad de la actividad o ítem  $i$  se calculará de la siguiente forma:

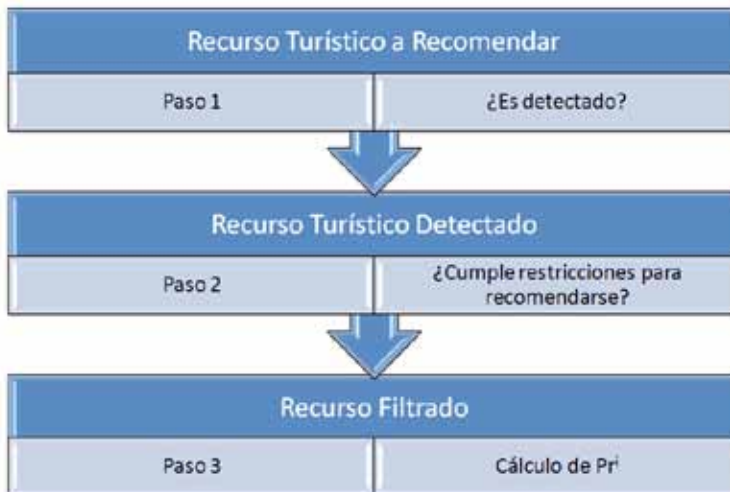


$$Pr^i = \left( \frac{r^i}{\frac{\sum_{v \in f^i} r^i}{k}} + \frac{cont_{accp}^i}{\sum_{v \in f^i} cont_{accp}^i} + r^i + r_f^x + r_f^c + v^i \right) - \frac{cont_{rech}^i}{\sum_{v \in f^i} cont_{rech}^i}$$

Donde k es el número de ítems detectados de categoría  $f^i$  (es decir, la categoría principal a la que pertenece el ítem i),  $r^i$  es el grado de interés de la actividad i. Por otro lado, definimos  $cont_{accp}^i$  como el número de veces que se ha aceptado en el sistema de RA el POI i cuando se ha recomendado y  $r_f^x$  es el grado de aceptación que tiene actividades pertenecientes a la categoría f, teniendo en cuenta que  $i \in f$ . El valor del parámetro x puede ser el grupo g al que pertenece el usuario u cuando se realiza con las restricciones obtenidas en el módulo primero, puede ser respecto a las visitas realizadas por el usuario u cuando se realiza con las restricciones del segundo módulo, y pueden ser también del usuario u teniendo en cuenta su perfil de usuario si la restricción pertenece al tercer módulo. Por último, si pertenece al último módulo, se selecciona como x el grupo al que pertenecería el usuario si tuviera esta categoría entre sus preferencias. Por tanto, siendo la misma fórmula, este término se calcula diferente. Denominamos  $r_f^c$  como la valoración media que tiene ítems de la categoría f cuando se cumple la condición de compañía c y  $v^i$  será el valor de predicción, obtenido por el módulo correspondiente para el ítem i. Además,  $cont_{rech}^i$  se define como el número de veces que se ha rechazado en el sistema de RA el POI i cuando se ha recomendado.

Este proceso se realiza para todos los ítems de cada lista de recomendación generada con los cuatro tipos de restricciones. Se obtiene, por tanto, una lista combinada de todos los elementos recomendados ordenados de mayor a menor de acuerdo a la prioridad calculada en la expresión indicada anteriormente. En el caso que un ítem aparezca en más de una lista se seleccionará el que tenga mayor valor  $Pr^i$  siendo descartados el resto. El sistema recomendará los n mejores, siendo n un valor definido por el propio turista (por defecto 5), formando parte este conjunto de ítems en lo que llamamos  $RI^u$ . En la figura 11 podemos ver un esquema del proceso mediante el cual se obtiene para una actividad su valor de prioridad.

**Figura 11. Proceso que sigue un punto turístico hasta obtener en un sistema de recomendación su valor  $Pr^i$**



Un elemento indispensable para el buen funcionamiento del sistema es que el usuario debe realizar una evaluación sobre la satisfacción que le ha producido las visitas realizadas. Esta estrategia determina la existencia de  $H^u$ . El turista puede visitar tanto actividades recomendadas como otras actividades que no han sido recomendadas pero que ha decidido visitar. La información  $H^u$  influye en el perfil del turista y en los POIs turísticos donde confluye información de los diferentes turistas que visitan ese punto.

## 7. Módulo de recomendación basado en las preferencias específicas del turista. Obtención de recomendaciones

En el presente apartado vamos a describir con mayor detalle la forma en la que se obtiene en un módulo de recomendación el valor  $v^i$ . En concreto vamos a describir el módulo de recomendación basado en las preferencias específicas del turista almacenadas en la estructura SRP<sup>u</sup>, siendo en el resto de los módulos de forma similar. El sistema propuesto es abierto a nuevas técnicas de recomendación básicas o híbridas añadiendo nuevos sistemas o módulos de recomendación. Así, cada módulo generará sus propias recomendaciones que son independientes del resto de los módulos, y el sistema unirá todas las recomendaciones mostrándolas en orden de preferencias del turista. El algoritmo que presentamos consta de 4 pasos:

### Paso 1.

El sistema de realidad aumentada tiene un parámetro que es la distancia máxima a la que el turista desea que le muestren en el dispositivo puntos de interés turísticos. A partir de la posición en la que se encuentra el turista, se selecciona el conjunto de todos los POIs que detecta el sistema de RA. A este conjunto lo denominaremos PITD.

### Paso 2.

Crear un conjunto denominado PITDV (Puntos de interés turísticos detectados válidos), dicho conjunto debe cumplir la siguiente propiedad:

$$\forall i \in PITD, \text{ si } \exists c_j \in C \quad / i \in c_j \quad \wedge \quad \exists V_c^u \quad / c_j = c \text{ entonces } i \in PITDV$$

En definitiva, aquellos puntos detectados que pertenecen a categorías pertenecientes a las preferencias o intereses del turista se considera que es un punto válido para ser recomendado.

### Paso 3.

A cada punto válido para ser recomendado se le debe dar una valoración según el conocimiento que tenemos del turista en su perfil, es decir, si el punto está en una categoría de la que se tiene valoración en el perfil del usuario, ese punto se incluye como punto válido para ser visitado y obtiene un valor inicial:

$$v^i = \frac{1}{2} \cdot (v_i^c + v_u^c)$$

$$\text{donde } v_i^c = r_i^c \cdot r_{it}^c \text{ y } v_u^c = r_u^c \cdot r_{ut}^c$$

donde  $v_i^c$  será el valor que tiene el ítem  $i$  en la categoría  $c$  teniendo en cuenta el contexto actual  $t$  en el que está el usuario  $u$ , y  $v_u^c$  es la valoración de la categoría  $c$  para el usuario  $u$  en el mismo contexto. Estas informaciones las obtenemos de las estructuras  $V_i^c$  y  $V_u^c$ . Cuando no existe valor de contexto, se toma por defecto el valor 1. Los valores  $r_{it}^c$  y  $r_{ut}^c$  son parámetros entre 0 y 1 que determinan cómo influye un atributo de contexto  $t$  a la valoración de un ítem determinado o cómo le influye al turista que solicita la recomendación.

En el caso que intervengan  $b$  atributos de contexto:

$$v_i^c = r_i^c \cdot \prod_{c=1}^b r_{it}^c \text{ y } v_u^c = r_u^c \cdot \prod_{c=1}^b r_{ut}^c$$

En caso que el ítem  $i$  pertenezca a  $k$  categorías tendremos que:

$$v^i = \frac{1}{k} \cdot \sum_{m=1}^k v_i^m \cdot v_u^m$$

En caso de que el usuario  $u$  no tenga calificación para la categoría  $c_n$ , pero sí tenga calificación para la categoría  $c_m$ , sabiendo que  $c_n \subset c_m$ , entonces:

$$v_u^n = k_{mn} \cdot v_u^m$$

Donde  $k_{mn}$  es el grado de pertenencia de un punto de categoría  $n$  en uno de categoría  $m$  teniendo en cuenta la taxonomía definida.

#### Paso 4

Obtener una lista de todos los puntos y el valor de predicción inicial de interés por parte del turista  $u$ . Esta lista la denominamos LSRP<sup>u</sup>, es decir la LISTA1 que podemos apreciar en la figura 8.

## 8. Conclusiones

En este artículo partimos de la hipótesis que un modelo de sistema de RA aplicado al turismo basado en el contexto que permita generar recomendaciones de visitas ayudará a potenciar el sector del Turismo en la Costa del Sol. Hemos pretendido recalcar la importancia que tiene la información contextual a la hora de realizar las recomendaciones.

El desarrollo de nuevos sistemas de información turísticos, incluidos los basados en RA y sistemas de recomendación, no aportará todas sus ventajas potenciales si no se integran con los sistemas ya existentes. La interoperabilidad de los diferentes sistemas de un destino turístico permite que la gestión de la información sea sostenible y con un nivel de calidad satisfactorio, lo que redundará en beneficio de las empresas, destinos turísticos y usuarios.

El turista actual demanda cada vez más información adaptada a sus preferencias, por lo que las empresas y las instituciones de gestión del turismo y de destinos deben proporcionar herramientas para prestar un mejor servicio y ofertar aquellos productos que son más afines al turista. Sistemas como el propuesto en este trabajo facilitarán a las propias empresas y organizaciones de destinos obtener el conocimiento y preferencias de los turistas, la demanda y trazabilidad, pudiendo conocer de manera eficiente la realidad del destino así como orientar la política turista.

El método propuesto permite la ampliación de nuevos módulos de sistemas de recomendación. Una opción muy interesante en el trabajo futuro es la realización de un filtrado basado en preferencias de amigos. Así, podríamos añadir a las preferencias del turista, lugares que hayan sido visitados y puntuados con buena calificación por parte de sus amigos.

Otro aspecto a desarrollar y trabajar en el futuro es conseguir unas categorías de turistas que sean más precisas, así como incluir contenidos virtuales en los diferentes POIs, haciendo de esta forma más rica la visita del turista.

## Bibliografía

- Adomavicius G., Tuzhilin A.  
2005. "Personalization technologies: a process-oriented perspective". *Communications of the ACM*, 48(10):83-90
- Adomavicius G., Tuzhilin A.  
2010. "Context-awareness in recommender systems: research workshop and movie recommendation challenge". *RecSys: 2010*: 385 – 396
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. y MacIntyre, B  
2001. "Recent Advances in Augmented Reality". *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 21, N. 6, pp. 34-47.
- Balabonovic, M., Shoham, Y.  
1997. "Fab: Content-bases, collaborative recommendation". *Communications of the ACM*, 40 (3):66-72
- Belew, R.K.  
2000. "Finding out About: A cognitive Perspective on Search Engine Technology and the WWW", Cambridge University Press
- Burke R.  
2007. "The Adaptive Web, chap. Hybrid web recommender systems" Springer Berlin / Heidelberg, 2007, pp. 377-408.

- Chen, D., Tsai, S., Hsu, C., Singh, J., Pal, G., Girod, B.  
2011. "Mobile augmented reality for books on a shelf." 2011 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), pp.1-6
- Delgado J., Davidson R.  
2002. "Knowledge bases and user profiling in travel and hospitality recommender systems" In *Proceedings of the Enter 2002 Conference*, pages 1-16. Springer Verlag,
- Felfernig A., Gordea S., Jannach D., Teppan E., Zanker M.  
2007. "A short survey of recommendation technologies in travel and tourism". OEGAI Journal, 25(7):17-22,
- Fesenmaier D.R., Ricci F., Schaumlechner E., Wober K., Zanella C.  
2003. "Die to recs: Travel advisory for multiple decision styles". In *Information and Communication Technologies in Tourism 2003: Proceedings of the International Conference in Lausanne*, pages 232-241,
- Garía I., Sebastia L., Onaindia E.  
2009. "A negotiation approach for group recommendation" In: The International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)
- Guevara, A., Aguayo, A., Gómez, I., Caro, J. y Leiva, J.  
2009. "Sistemas informáticos aplicados al turismo". Editorial Pirámide.
- Guevara A., Aguayo, A., Caro, J., Rossi, C., Leiva J.  
2010. "Sistema integrado de gestión de destinos". En Congreso Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Turitec 2010.
- Leiva J., Caro J, Guevara A.  
2008. "A Cooperative Method for System Development and Maintenance Using Workflow Technologies" In *Proceedings of the ICEIS 2008*.
- Leiva J., Guevara, A., Rossi, C., Aguayo, A.  
2012. "Sistemas de recomendación basados en grupo para su aplicación en realidad aumentada" En Congreso Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Turitec 2012.
- McGinty L., Smyth B.  
2002. "Comparison-based recommendation". In Springer Verlag, editor, *Advances in Case-Based Reasoning, Proceedings of the 6th European Conference on Case Based Reasoning (ECCBR 2002)*, pages 575-589
- Mobasher, B.  
2007. "Data mining for web personalization". In Springer Verlag, editor, *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*, pages 90-135
- Ozer, N.A., Conley, C., O'Connell, H., Ginsburg, E., and Gubins, T.  
2010. "Location-Based Services: Time for a Privacy Check-In." American Civil Liberties Union (ACLU), San Francisco, CA, 2010.
- Ricci F., Cavada D., Nguyen Q.N.  
2002. "Integrating travel planning and on-tour support in a case-based recommender system". In *Proceedings of the Workshop on Mobile Tourism Systems (in conjunction with Mobile HCI'02)*.
- Shardanand U., Maes P.  
1995. "Social information filtering: Algorithms for automating word of mouth". In *Proceedings of CHI*, pages 210-217

## Notas

- <sup>1</sup> [www.layar.com](http://www.layar.com)
- <sup>2</sup> [www.wikitudo.com](http://www.wikitudo.com)
- <sup>3</sup> <http://www.geomobile.es/>
- <sup>4</sup> [www.visitacostadelsol.com/](http://www.visitacostadelsol.com/)
- <sup>5</sup> [www.costadelsoloccidental.org](http://www.costadelsoloccidental.org)
- <sup>6</sup> Disponible en Google Play y en App Store

*Recibido:* 18/03/2013  
*Reenviado:* 18/08/2014  
*Aceptado:* 10/11/2014  
*Sometido a evaluación por pares anónimos*