

## **B. Ciencias Exactas**

### **23. Tecnologías de la Información y Comunicación**

#### **Sistema experto para la toma de decisión sobre turismo receptivo en Paraguay**

Maidana Crechi, Daihana Raquel; Ayala Díaz, Katia Andrea; Arrúa Ginés, Jorge Luis  
daiha\_macre@hotmail.com; katiayayala@fpune.edu.py; jorgearrua@gmail.com

Facultad Politécnica

Universidad Nacional del Este

---

### **Resumen**

En Paraguay, las agencias de turismo, junto con la Secretaría Nacional del Turismo (SENATUR), ofrecen información de los lugares más importantes y reconocidos del país. Pero muchas veces esta información no satisface las expectativas y condiciones del turista. Por esta razón se plantea como objetivo del presente trabajo, desarrollar una aplicación web basada en Sistema Experto (S.E) capaz de recomendar opciones turísticas que se ajustan a las preferencias del turista. El enfoque de investigación para este proyecto es empírico - analítico, de tipo tecnológico, orientado a la transformación de información en base de conocimiento, la cual sugiere solución de acuerdo al problema que es tratado. La recopilación de datos fue realizada mediante técnicas como entrevistas a expertos de turismo, y consultas bibliográficas en diferentes medios de comunicación como folletos, manuales y páginas web relacionadas, entre otros. Los principales resultados obtenidos fueron: generación base de conocimiento de puntos turísticos importantes del Paraguay, reducción del tiempo de consulta, autonomía del usuario para la consulta. Finalmente se averiguó la amigabilidad del sistema mediante prueba de percepción realizada a usuarios.

**Palabras clave:** Sistema Experto, Toma de Decisión, Puntos Turísticos de Paraguay.

### **Introducción**

Según la publicación "Panorama OMT del turismo internacional, Ed. 2016" de la Organización Mundial de Turismo (OMT), las llegadas internacionales de turistas en el año 2020 será de aproximadamente 282 millones de personas para el continente americano (Organization,

2016). En la misma, se ubica a Paraguay como el país con mayor crecimiento turístico, llegando a duplicarse en el año 2015, con un total de 1.280.000 visitas de personas de otras nacionalidades. Actualmente, las nuevas tecnologías facilitan el acceso a un gran volumen de información turística, detallando destinos y

actividades practicables en los mismos, tarifas actualizadas, etc.; posibilitando inclusive realizar reservas (Delgado, 2015). Sin embargo, debido a la cantidad de información disponible, se dificulta al turista la selección del destino y el diseño del viaje ajustado a sus preferencias. En este contexto, resulta útil el empleo de sistema experto para auxiliar en la toma de decisión. Un sistema experto se define como un sistema informático (hardware y software) que simula al experto humano, en una área de especialización dada (Hidalgo, 1998)

Por lo tanto, el presente trabajo propone al visitante, un sistema experto de asistencia a la toma de decisión respecto a la selección de destino turístico y planificación de actividades, a través de Internet.

### **Objetivos**

#### Objetivo General

Desarrollar un sistema experto en ambiente web que proporcione asistencia a la toma de decisión sobre turismo receptivo de Paraguay.

#### Objetivos Específicos

1. Recopilar información referente a lugares turísticos de Paraguay según registros de la SENATUR.
2. Generar base de hechos y base de conocimiento con información de lugares turísticos de Paraguay con ayuda de expertos del área.

3. Desarrollar motor de inferencia para generar propuesta de destino turístico de Paraguay, basado en condiciones impuestas por el usuario.
4. Integración de las fases del desarrollo en un sistema informático web.

### **Materiales y Métodos**

El trabajo posee enfoque metodológico empírico - analítico, de tipo tecnológico; pues se basa en hechos, y está orientado a la transformación de información en base de conocimiento, la cual posibilita realizar sugerencias de acuerdo al problema tratado.

Se trata de un sistema experto basado en reglas, donde el usuario (turista) debe seleccionar opciones de un cuestionario y en base a tales opciones seleccionadas, el sistema genera propuestas turísticas.

El método para el desarrollo del SE consta de las siguientes fases:

#### **1. Experto**

Generación de base de hechos y base de conocimiento con opciones disponibles, con asistencia de especialistas en el área de turismo.

La base de conocimiento se construyó inicialmente con datos proveídos por la Secretaria Nacional de Turismo (SENATUR).

Los criterios de los expertos consultados se traducen en los siguientes puntos:

- Tipo de turismo que el usuario desea realizar,

- Tipo de alojamiento,
- Presupuesto destinado a alojamiento y,
- Medio de transporte que desea utilizar.

## 2. Base de conocimiento.

En esta fase se crea la base de conocimiento en la cual se incluyen las informaciones de los distintos lugares turísticos, con sus características, relacionadas a cada tipo de turismo (ilustración 1).

Lugares	Tipo de turismo que desea realizar				Tipo de alojamiento que desea utilizar						Tu presupuesto				Tiene preferencia por medio de transporte?										
	Turismo Sol y playa	Turismo Cultural	Turismo de Pesca	Turismo de Compra	Turismo Rural	Turismo Ecológico	Hotel	Resort	Posada	Apartment	Camping	Granja	Resorts	Hasta US\$ 50 por noche	Hasta US\$ 100 por noche	Hasta US\$ 150 por noche	Hasta US\$ 200 por noche	Hasta US\$ 250 por noche	Transporte auto	Transporte alquilado	Taxi	Vehículo propio	Avión	Ninguno	
CARAGUATAY	X					X												X	X						
ESQUEBU AYVALA	X							X											X			X			
PIRIBERRY	X					X		X											X	X	X				
SAN BERNARDINO	X				X	X		X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X
VILLARRICA	X					X													X	X	X				
ITAPE	X																								
ÑUMI	X																								
ITURBE	X																		X	X	X				
CONDONEL OVIEDO	X					X		X																	
SAN RAMON	X																								
ARROYOS Y ESTEROS		X				X																			
CARAGUATAY		X				X													X	X	X				
CRADANA		X				X													X	X	X	X			
CARMEN DEL PARANA	X	X	X					X																	
LAURELES		X																							
TACUJANAS		X																							
SAN LAZARO		X				X																			
EMBOSCADA		X						X											X	X	X				
DR. MOISES BERTONI		X																							
YBY YAU						X																			

Ilustración 1. Porción de la base de conocimiento.

## 3. Motor de inferencia

El motor de inferencia trabaja con la información contenida en la base de conocimiento y la base de hechos para interpretar las reglas. En esta fase se definen las reglas, incluyendo las validaciones correspondientes a fin de asegurar que las opciones seleccionadas por el usuario, son válidas.

En la ilustración 2 se puede apreciar el funcionamiento del motor de inferencia

que es el que combina los hechos y las preguntas particulares, utilizando la base de conocimiento, seleccionando los datos y pasos apropiados para presentar los resultados.

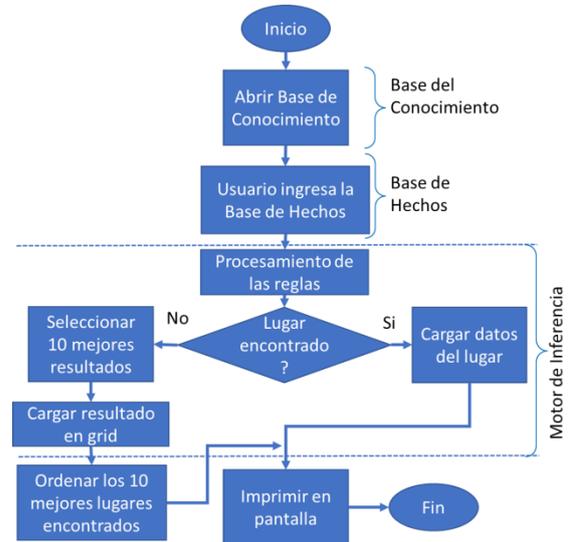


Ilustración 2. Pseudocódigo simplificado del Funcionamiento del motor de inferencia.

Inicialmente se adquiere la base de conocimiento almacenada en una base de datos. A continuación, es solicitada la selección de los requerimientos para el viaje, estos datos son ingresados por el usuario, esto corresponde a la base de hechos. Con los datos anteriores se ejecuta el motor de inferencia la cual teniendo en cuenta la base de conocimiento y de hechos, presenta los lugares que se ajusten a la selección del usuario. Esta respuesta es presentada en pantalla de manera simplificada para mejor comprensión del usuario. En caso de que en la base de conocimiento no se

encuentre los lugares con las especificaciones solicitadas por el usuario el aplicativo sugiere posibles lugares adecuándose a las preferencias que selecciono el usuario.

En la ilustración 3 se observa el funcionamiento de las reglas, como se muestra en el ejemplo las características del Cerro Koi; si el usuario selecciona las respuestas seleccionadas, el aplicativo le recomendará que visite dicho lugar.

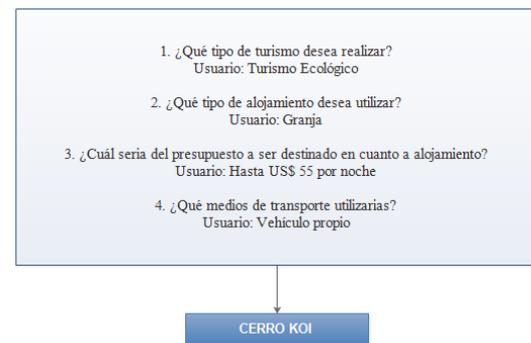
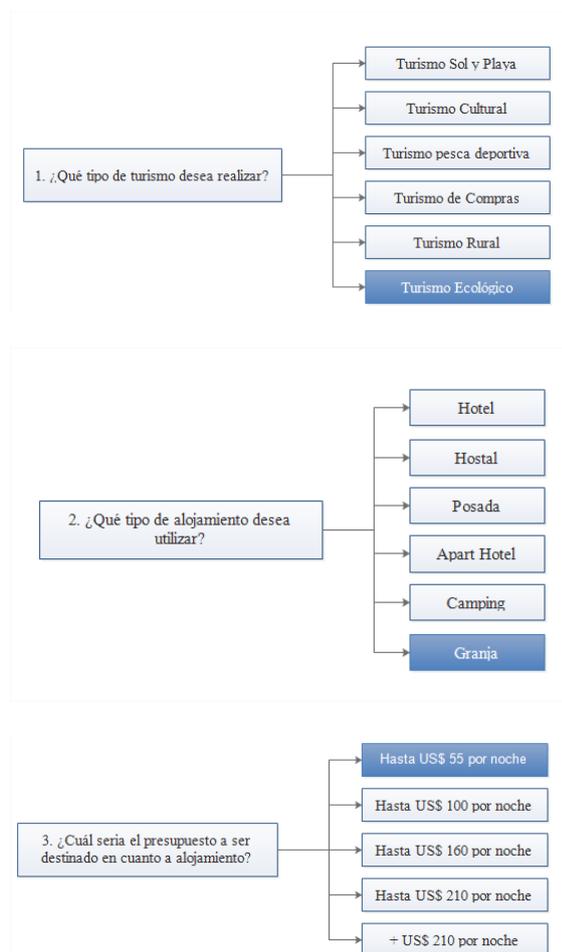


Ilustración 3. Relación de los componentes del aplicativo propuesto.

### Descripción del sistema

El diseño del sistema cuenta con dos niveles de usuarios: lado administrador y lado cliente. Se puede ver en la ilustración 4 la arquitectura del sistema, constituida por la base de conocimiento, que contiene el conocimiento del experto de los lugares turísticos y sus características. La base de hechos, donde se alojan las consultas realizadas y los resultados obtenidos. El módulo de explicación funciona como nexo entre el usuario y las reglas utilizadas por la base de conocimiento.

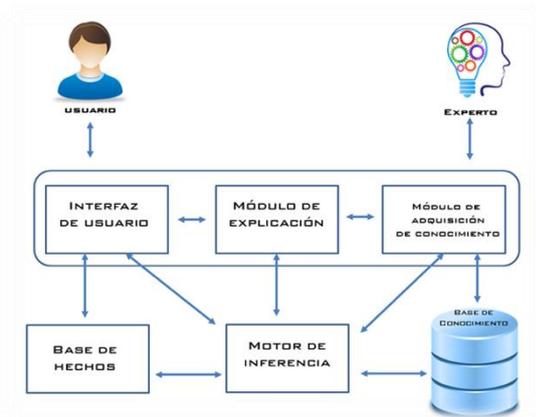


Ilustración 4. Interfaz de consulta.

En la ilustración 5 se observa la pantalla de inicio de sesión para acceder al sistema administrador: nombre y contraseña.

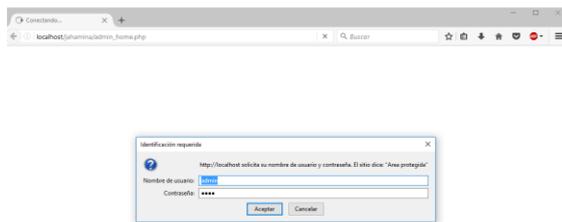


Ilustración 5. Acceso del administración.

Una vez, autenticado el usuario en el sistema, se despliega el menú mostrado en la siguiente ilustración 6.



Ilustración 6. Menú principal del administrador

El menú principal consta de tres módulos, siendo estos, preguntas y respuestas del cuestionario, lista de lugares turísticos y lista de alojamientos, cada uno cuenta con dos botones para las respectivas acciones que se deba realizar.

En la siguiente ilustración 7 se observa la interfaz de preguntas y respuestas del cuestionario. Este módulo cuenta con la opción *editar*, donde el administrador puede modificar los datos de registro de lugar y guardar dicha acción. También con la opción *borrar*, en la cual se puede eliminar el registro, siempre que se confirme dicha acción.

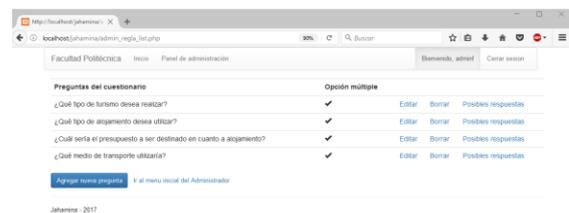


Ilustración 7. Preguntas formuladas.

La opción *posibles respuestas* posibilita al administrador cargar la respuesta correspondiente a cada pregunta, además de poder modificar y eliminar, como se puede observar en la siguiente ilustración 8.

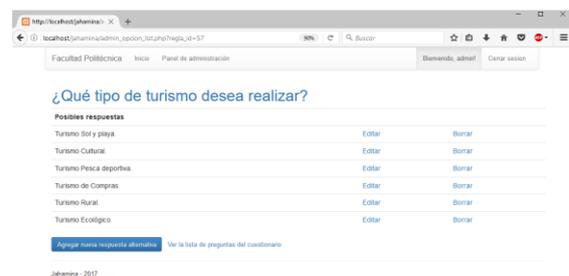


Ilustración 8. Posibles respuestas

A continuación se observa la lista de lugares. En ella se dispone de las opciones *cargar nuevo*, *editar* y *borrar* registro; tal como se muestra en la ilustración 9.

Lugares	Editar	Borrar
ADROVITO SUITES	Editar	Borrar
AVENTURAXTRAMA	Editar	Borrar
BARRO LOJA SAN JERÓNIMO	Editar	Borrar
BASILICA DE CAACUPÉ	Editar	Borrar
BOMPARQUE ORONDIVEM	Editar	Borrar
CABAÑAS MBATOVÍ	Editar	Borrar
CASA DE LA INDEPENDENCIA	Editar	Borrar
CENTRO CULTURAL DEL LAGO	Editar	Borrar
CERRO NOI	Editar	Borrar
CIRCUITO DE COMPRAS_ASUNCIÓN	Editar	Borrar
CIRCUITO DE COMPRAS_CDE	Editar	Borrar
CIRCUITO DE COMPRAS_ENCARNACION	Editar	Borrar
CIRCUITO DE COMPRAS_FAG	Editar	Borrar
CIRCUITO DE COMPRAS_SDS	Editar	Borrar
COSTANERA SAN JOSE	Editar	Borrar

Ilustración 9. Lista de lugares turísticos

Desde el módulo *alojamiento* el administrador puede registrar los hoteles correspondientes a cada lugar turístico. El sistema entonces despliega la siguiente interfaz para el registro (ilustración 10).

Lugares	Editar	Borrar
7 Sablos Resort	Editar	Borrar
Alta Gracia Parque Hotel	Editar	Borrar
Acandú Hostel	Editar	Borrar
Amoyito Suites	Editar	Borrar
Asunción Gran Hotel	Editar	Borrar
Awa Resort Hotel	Editar	Borrar
Brisas Del Mediterraneo	Editar	Borrar
Cabañas Mbatoví	Editar	Borrar
Camping	Editar	Borrar
Carnaval Hotel Casino	Editar	Borrar
Carnaval Hotel Casino	Editar	Borrar
Casa Alta Hostel	Editar	Borrar
Ocilia Hotel	Editar	Borrar
Chacams	Editar	Borrar
Cielo Verde	Editar	Borrar

Ilustración 10. Lista de alojamiento

En la ilustración 11 se presenta la interfaz de inicio por el nivel *cliente*, donde el usuario se identifica mediante nombre y apellido, edad y país de origen.



Ilustración 11. Interfaz de usuario

Una vez identificado el usuario, se selecciona el botón correspondiente para acceder a la siguiente página donde se presenta la interfaz de consulta. En esta interfaz, se puede acceder a la lista de preguntas con sus respectivas opciones, que el usuario puede seleccionar de acuerdo a su preferencia (ilustración 12).

No viajamos para escaparnos de la vida, sino para que la vida no se nos escape

Hora actual en Ciudad del Este, Paraguay  
Sáb, 10 Jun 2017  
23:57:05

**Cuestionario:**

- ¿Qué tipo de turismo desea realizar?
  - Turismo Sol y playa.
  - Turismo Cultural.
  - Turismo Pesca deportiva.
  - Turismo Rural.
  - Turismo Ecológico.
- ¿Qué tipo de alojamiento desea utilizar?
  - Hotel.
  - Hostel.
  - Apart hotel.
  - Campes.
  - Granja.
- ¿Cuál sería el presupuesto a ser destinado en cuanto a alojamiento?
  - Hasta USD 50 por noche.
  - Hasta USD 100 por noche.
  - Hasta USD 150 por noche.
  - + USD 200 por noche.
- ¿Qué medio de transporte utilizarías?
  - Transporte Urbano.
  - Vehículo propio.
  - Vehículo alquilado.
  - Líneas Aéreas.
  - Taxi.

Ilustración 12. Interfaz de consulta

Finalmente se visualiza la interfaz de resultados. En ella el usuario puede escoger el lugar que reúne las condiciones de su preferencia (ilustración 13).

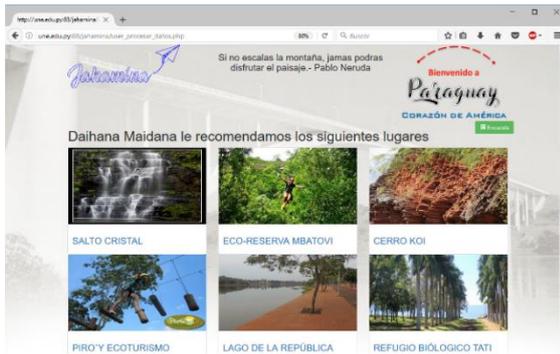


Ilustración 13. Interfaz de resultados.

Al seleccionar una de las opciones, se despliega una ventana que presenta las principales informaciones del lugar turístico seleccionado (ilustración 14).

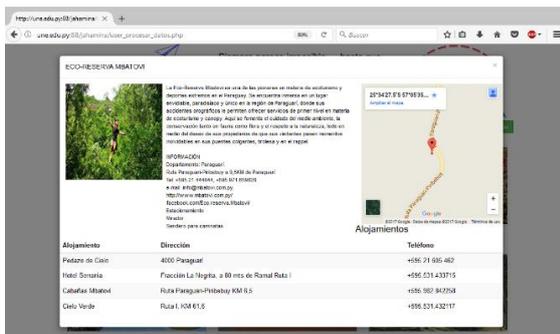


Ilustración 14. Pantalla de información.

En caso de reunir las condiciones de preferencia del usuario, el sistema recomienda opciones similares a la seleccionada (ilustración 15).



Ilustración 15. Interfaz de sugerencias.

Las herramientas de software utilizadas, en el desarrollo del sistema, consisten en

su totalidad en componentes de distribución libre. Como plataforma de desarrollo fue utilizado el sistema operativo Linux de la distribución Ubuntu. Para el desarrollo del motor de inferencia se utilizó el lenguaje PHP. Como motor de base de datos se empleó MySQL. La aplicación web fue implementada utilizando tecnologías HTML5, CSS3, Bootstrap y JavaScript.

### Implementación de pruebas

El sistema fue sometido a pruebas de funcionalidad y usabilidad con usuarios tomados de la comunidad académica de la Facultad Politécnica: docentes y alumnos del área de turismo, funcionarios de la Secretaria Nacional de Turismo (SENATUR) zona primaria de Ciudad del Este y por ocasionales turistas.

Las evaluaciones fueron realizadas en dos fases. La primera, denominada Prueba de Funcionalidad, para medir el desempeño de la aplicación; y la segunda, Prueba de Usabilidad, para la cual se elaboró una encuesta, para medir el grado de satisfacción de los usuarios.

### Prueba I: Funcionalidad del aplicativo:

El objetivo de esta prueba fue verificar si el aplicativo cumple con los requerimientos de funcionamiento, acorde a las especificaciones de diseño, realizando pruebas de comportamiento ante distintos escenarios:

*Fiabilidad:* Se realizó una comparación que consistió en 10 pruebas aleatorias de solicitudes de sugerencias al experto humano del área, sobre lugares turísticos que respondan a consultas específicas. Esas mismas consultas fueron planteadas al aplicativo, y ambas respuestas fueron comparadas (tabla 1).

*Tabla 1. Resultado de comparación*

Prueba	Coincidencia con la respuesta del experto	Porcentaje de acierto
1	2/2 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	100%
2	2/2 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	100%
3	3/4 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	75%
4	3/3 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	100%
5	1/1 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	100%
6	2/2 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	100%
7	1/1 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	100%
8	1/1 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	75%
9	3/4 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	50%
10	1/2 Resultado del SE coinciden con la respuesta del experto	90%
Promedio Total		90%

Se verificó que los datos mostrados, extraídos de la base de conocimiento presentan alto grado de coincidencia con las sugerencias hechas por el especialista humano. Es probable que las diferencias entre ambas respuestas se deban a la

limitada cantidad de registros con que se cuenta al presente, en base de datos, que aún precisa ser completada para abarcar todos lugares turísticos.

*Tiempo de consulta:* se han comparado los tiempos empleados para planificar un viaje consultando, al experto humano y empleando el aplicativo. También se midió el tiempo de respuesta del aplicativo. Los resultados se expresan en la tabla 2.

*Tabla 2. Tiempo empleado de consulta*

Experto	Recomendación manual de Lugar Turístico en segundos	Recomendación por aplicativo en segundos.	Diferencia (manual - automatizado) en segundos.
Usuario 1	403	0,964	402,036
Usuario 2	427	0,193	426,807
Usuario 3	594	0,928	593,072
Usuario 4	287	0,193	286,807
Usuario 5	350	0,14	349,86
Usuario 6	489	0,964	488,036
Usuario 7	308	1,928	306,072
Usuario 8	464	0,955	463,045
Usuario 9	273	0,937	272,063
Usuario 10	322	1,997	320,003
Promedio	391,7	0,9199	390,7801

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 2, en promedio, el experto humano tarda 391,7 segundos en responder las consultas de los turistas sobre la

planificación del viaje. Sin embargo, el mismo procedimiento de consulta, a través de la utilización del aplicativo, reduce este tiempo, en promedio, a 0,9199 segundos.

**Prueba II: Usabilidad del aplicativo:** La página web fue puesta en línea utilizando los servidores de la Facultad Politécnica. Se aplicó una encuesta de usabilidad del aplicativo. En total se registró una muestra de 87 individuos, de los cuales 67 fueron turistas.

Para evaluar la actitud de las personas hacia un tema o producto, típicamente es empleada una escala Likert (Moreno, 2007). Aplicando dicha escala, se verificó una actitud favorable de los usuarios en cuanto a usabilidad del aplicativo. En términos medios, la aceptación corresponde al valor 4,45 sobre un máximo de 5 puntos. Por tanto, se concluye que se trató de una buena experiencia de uso por parte de la muestra involucrada (ilustración 16).

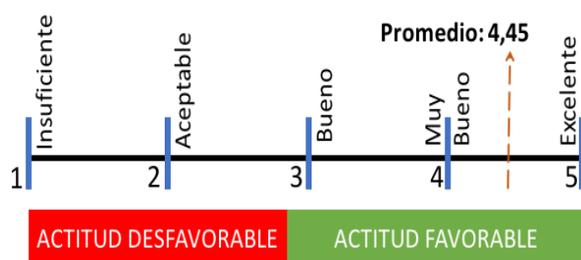


Ilustración 16. Escala de medición de actitudes

## Resultados y Discusión

Las pruebas realizadas con el fin de verificar la funcionalidad de cada uno de

los componentes del sistema en distintos escenarios, arrojaron los resultados descritos a continuación.

- *Reducción del tiempo:* mediante el uso del aplicativo web, se redujo el tiempo necesario por el turista para planificar su viaje, con un ahorro promedio de 6 minutos por cada consulta empleando el aplicativo.

- *Disponibilidad:* en caso de ausencia del experto humano, el aplicativo puede brindar respuestas válidas a los turistas. El aplicativo puede ser consultado mediante computadora personal y otros dispositivos tales como Smartphone y Tablet. La disponibilidad en la web posibilita su consulta durante las 24 horas.

- *Generación de una base de conocimientos:* la carga y disponibilización de información sobre lugares turísticos desde materiales impresos posibilita disponer de una base de conocimiento sobre tales lugares turísticos nacionales, con amplio nivel de detalle.

## Conclusiones

Recordando que el propósito de este trabajo fue desarrollar un sistema experto en ambiente web que proporcione asistencia a la toma de decisión sobre turismo receptivo de Paraguay, reduciendo el tiempo de consulta para planificar viajes dentro del territorio nacional paraguayo; se concluye que este propósito fue alcanzado fehacientemente.

Los resultados obtenidos toman en cuenta las preferencias personales del turista y responden de manera satisfactoria de acuerdo a criterio de experto.

Desde el punto de vista técnico informático se ha desarrollado e implementado en modo de prueba, un prototipo de aplicación web de sistema experto para el área de turismo.

Se ha probado que el sistema experto desarrollado constituye una herramienta eficaz, práctica y de bajo costo; cumpliendo así las condiciones propias de un buen software de gestión.

## **Bibliografía**

Delgado, E. (febrero de 2015). La Informática aplicada en los negocios del turismo.

Hidalgo, L. A. (1998). *Inteligencia Artificial y Sistemas expertos*. Universidad de Córdoba.

Moreno, J. A. (2007). *Manual Práctico Para El Diseño De La Escala Likert*.

Organization, W. T. (2016). UNWTO Annual Report 2016. *Annual Report*.

SENATUR. (2016). *Secretaria Nacional de Turismo*. Obtenido de [www.senatur.gov.py](http://www.senatur.gov.py)