


EXPERT SYSTEM TO GUIDE USERS OF THE TOURIST CORRIDOR OF THE PROVINCES OF JAEN, SAN IGNACIO AND UTCUBAMBA IN CAJAMARCA, PERU

Nilthon Arce Fernandez^A, Flabio Gutiérrez Segura^B, Eder Escobar Gómez^C, Adán Díaz Ruiz^D, José Piedra Tineo^E, Edwar Lujan Segura^F



ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history:</p> <p>Received 30 Dezember 2021</p> <p>Accepted 07 February 2022</p>	<p>Purpose: Develop a rule-based expert system to guide the users of the tourist corridor of the provinces of Jaén, San Ignacio and Utcubamba (Peru).</p> <p>Theoretical framework: Hussein and Aqel (2015), developed a rule-based expert system in Jordan to choose the best tour package based on time, budget, and preferences. In Peru, Ramos and Valdivia (2017), proposed an expert system to promote tourism in the Lambayeque region.</p>
<p>Keywords:</p> <p>Expert System; Artificial Intelligence in Tourism; Knowledge base; Tourist Orientation; Tourism in Peru.</p> <div data-bbox="231 1108 542 1355" style="text-align: center;">  </div>	<p>Methodology: To develop the system, the methodology of Nicolás Kemper was used. Tourism experts from the provinces participated in the development of the knowledge base. The evaluation was carried out with an expert different from those who prepared the aforementioned base.</p> <p>Findings: In the evaluation, the expert system and the human expert agreed on the recommendation of tourist attractions by 80%. Concluding that this system helps tourists in making decisions about which places to visit in the tourist corridor.</p> <p>Contributions: The system helps improve the dissemination of local tourist information. To develop the knowledge base, tourism resources were systematized. New variables can be incorporated into the knowledge base in order to obtain more personalized tourist recommendations.</p> <p>Originality/value: This research is innovative because there is no expert system to guide tourists who want to travel to these places; it has social relevance as it helps to boost the local economy.</p> <p>Doi: https://doi.org/10.26668/businessreview/2022.v7i2.0591</p>

^A Master in Administration with Mention in Business Management. Universidad Nacional de Jaén Carretera Jaén, San Ignacio KM 24, Sector Yanuyacu, Jaén - Peru. E-mail: nilthon_arce@unj.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3507-9030>

^B Doctor of Mathematics. Universidad Nacional de Piura. Urb. Miraflores s/n, distrito de Castilla, Piura - Peru.

E-mail: flabio@unp.edu.pe Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0372-3864>

^C Master of Science with Mention in Applied Mathematics. Universidad Nacional de Piura. Urb. Miraflores s/n, distrito de Castilla, Piura -Peru. E-mail: eescobarg@unp.edu.pe Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8732-0159>

^D Master of Science with a Mention in University Teaching and Educational Research. Universidad Nacional de Jaén. Carretera Jaén, San Ignacio KM 24, Sector Yanuyacu, Jaén – Peru. E-mail: adiazr@unj.edu.pe Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3221-1286>

^E Highest academic qualification: Master in Public Management. Universidad Nacional de Jaén. Carretera Jaén - San Ignacio KM 24, Sector Yanuyacu – Jaén, Peru. E-mail: jpiedrat@unj.edu.pe Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2727-9692>

^F Master in Systems Engineering. Universidad Católica de Trujillo. Address: Panamericana Norte, Km. 555, Distrito de Moche, Trujillo, La Libertad – Perú. E-mail: elujan@uct.edu.pe Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0663-4189>

SISTEMA ESPECIALIZADO PARA ORIENTAR OS USUÁRIOS DO CORREDOR TURÍSTICO DAS PROVÍNCIAS DE JAÉN, SAN IGNACIO E UTCUBAMBA EM CAJAMARCA, PERU

RESUMO

Objetivo: Desenvolver um sistema especializado baseado em regras para orientar os usuários do corredor turístico das províncias de Jaén, San Ignacio e Utcubamba (Peru).

Estrutura teórica: Hussein e Aqel (2015), desenvolveram um sistema de peritos baseado em regras na Jordânia para escolher o melhor pacote turístico baseado em tempo, orçamento e preferências. No Peru, Ramos e Valdivia (2017), propuseram um sistema de peritos para promover o turismo na região de Lambayeque.

Metodologia: Para desenvolver o sistema, foi utilizada a metodologia de Nicolás Kemper. Os especialistas em turismo das províncias participaram do desenvolvimento da base de conhecimento. A avaliação foi realizada com um especialista diferente daqueles que prepararam a referida base.

Conclusões: Na avaliação, o sistema de peritos e o perito humano concordaram em 80% com a recomendação de atrações turísticas. Concluindo que este sistema ajuda os turistas a tomar decisões sobre os lugares a serem visitados no corredor turístico.

Contribuições: O sistema ajuda a melhorar a divulgação das informações turísticas locais. Para desenvolver a base de conhecimento, os recursos turísticos foram sistematizados. Novas variáveis podem ser incorporadas à base de conhecimento, a fim de obter recomendações turísticas mais personalizadas.

Originalidade/valor: Esta pesquisa é inovadora porque não existe um sistema especializado para orientar os turistas que desejam viajar para estes lugares; tem relevância social, pois ajuda a impulsionar a economia local.

Palavras-chave: Sistema especialista, Inteligência artificial em turismo, Base de conhecimento, Orientação turística, Turismo no Peru.

SISTEMA EXPERTO PARA ORIENTAR A LOS USUARIOS DEL CORREDOR TURÍSTICO DE LAS PROVINCIAS DE JAÉN, SAN IGNACIO Y UTCUBAMBA EN CAJAMARCA, PERÚ

RESUMEN

Propósito: Desarrollar un sistema experto basado en reglas para orientar a los usuarios del corredor turístico de las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba (Perú).

Marco Teórico: Hussein y Aqel (2015), desarrollaron en Jordania un sistema experto basado en reglas para elegir el mejor paquete turístico en función del tiempo, el presupuesto y las preferencias. En el Perú, Ramos y Valdivia (2017), propusieron un sistema experto para fomentar el turismo en la región Lambayeque.

Metodología: Para desarrollar el sistema se utilizó la metodología de Nicolás Kemper. Expertos en turismo de las provincias participaron en la elaboración de la base de conocimiento. La evaluación se realizó con un experto diferente a los que elaboraron la mencionada base.

Hallazgos: En la evaluación, el sistema experto y el experto humano coincidieron en la recomendación de atractivos turísticos en un 80%. Concluyendo que este sistema ayuda a los turistas en la toma de decisiones sobre qué lugares visitar en el corredor turístico.

Contribuciones: El sistema ayuda a mejorar la difusión de la información turística local. Para elaborar la base de conocimiento se sistematizó los recursos turísticos. En la base de conocimiento se pueden incorporar nuevas variables con el fin de conseguir recomendaciones turísticas más personalizadas.

Palabras clave: Sistema experto, Inteligencia artificial en turismo, Base de conocimiento, Orientación turística, Turismo en Perú.

INTRODUCCIÓN

La unión de esfuerzos entre el estado y el sector privado permitió que, en el año 2017, el Perú se posicione en el puesto 49 de 140 destinos turísticos más visitados en el mundo, y ocupe el quinto lugar a nivel de América Latina según el último ranking realizado por el World Economic Forum (World Economic Forum, 2017). La actividad turística representó casi el 4%

del PBI nacional del 2019, siendo el tercer generador de divisas para el país (Redacción La República, 2020).

La pandemia del COVID-19 ha perjudicado enormemente al sector turismo del país, generando un retroceso económico importante en todas las familias cuyos ingresos dependen de esta actividad, a la fecha mayo de 2022 se ha reactivado el turismo nacional e internacional, pero con limitaciones que ausentan al turista, esto es porque no se ha logrado aplicar a toda la población las tres dosis de vacunación contra el COVID-19.

Con el fin de motivar y atraer a los turistas actualmente se están utilizando sistemas inteligentes basados en diferentes áreas de la Inteligencia Artificial (IA), como por ejemplo Sistemas Expertos (SE), Razonamiento Basado en Casos, Aprendizaje Automático, Agentes Inteligentes, Planificación, etc. En este trabajo nos enfocaremos en los SE.

Los SE es un área de la IA que crea programas para tratar de remplazar o simular a los expertos humanos en la toma de decisiones, estos son aplicados en diversos sectores como salud, negocios, industria, transporte, ingeniería, educación, agricultura, turismo y más, especialmente en sectores donde los expertos son escasos o se quiere poner a disposición de muchos usuarios sistemas que ayuden a la toma de decisiones, como por ejemplo sistemas expertos en la web.

Existen diferentes tipos de SE: basados en reglas, probabilísticos y difusos. Para problemas determinísticos se utilizan los SE basados en reglas, su base de conocimiento está formada por reglas lógicas; para problemas con incertidumbre de tipo aleatoria, se utilizan los SE probabilísticos, su base de conocimiento lo forman distribuciones de probabilidad; por otro lado para problemas con incertidumbre de tipo imprecisa (vaguedad, ambigüedad) se utilizan los SE difusos, para estos sistemas la base de conocimiento lo forman conjuntos difusos y reglas difusas (Castillo et al., 1997).

Los Sistemas Expertos se han implementado en diversas áreas del conocimiento, por ejemplo: Abbasi et al. (2021), desarrollaron un sistema experto (COVIDC) para diagnosticar COVID-19 y predecir su gravedad utilizando tomografías computarizadas de tórax. Elziny et al. (2016), implementaron un sistema experto para gestionar la resolución de conflictos en proyectos de construcción en Egipto. Gao et al. (2019), desarrollaron un sistema experto para diagnosticar enfermedades equinas basado en un mejor razonamiento de la credibilidad de la evidencia. Hwang et al. (2020), trabajaron un enfoque de aprendizaje adaptativo basado en un sistema experto difuso para mejorar el rendimiento del aprendizaje de los estudiantes al considerar factores afectivos y cognitivos. Shabut et al. (2018), implementaron un sistema experto inteligente habilitado para dispositivos móviles que permitió diagnosticar la

enfermedad de tuberculosis en tiempo real. Singh et al. (2016), desarrollaron un sistema experto para evaluar el rendimiento de fabricación sostenible en pequeñas y medianas empresas. Vanek et al. (2019), diseñaron un sistema experto en la nube (STRAND) para el análisis de ADN no humano. Nusai et al. (2015), desarrollaron un sistema experto (Swine-Vet) basado en la web para el diagnóstico de enfermedades porcinas. Prieto et al. (2019), desarrollaron CaseSolver, un sistema experto para investigar escenas de crímenes complejas. En la Sección 2, se realiza una revisión de los SE aplicados al turismo.

El corredor turístico de las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba, ubicado en el departamento de Cajamarca-Perú, está conformado por recursos y/o atractivos muy hermosos. Sin embargo, no existe información actualizada y sistematizada, ni tampoco un sistema que oriente al turista que desea visitar estas provincias. En este trabajo se desarrolla un SE basado en reglas que pretende ayudar al turista en la toma de decisiones cuando desee visitar el corredor turístico antes mencionado.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Las responsabilidades que se asume día a día generan estrés que afectan nuestra salud física y mental, disminuyendo la productividad de las personas. Los viajes de turismo ayudan a relajarnos, nos permiten desconectarse de todo lo rutinario y reducen la intensidad del estrés. En el Perú, aunque los lugares más promocionados y conocidos son “Macchu Pichu”, el “Parque Nacional Huascarán”, las ruinas de “Chan Chan”, existen otros lugares como las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba que son una buena alternativa para realizar diversos tipos de turismo.

Al decidir realizar un viaje turístico surgen interrogantes, por ejemplo, ¿cuál es el mejor lugar a visitar de acuerdo a mis preferencias y limitaciones económicas?, lo que nos lleva a solicitar información turística clara y precisa. En las provincias mencionadas en el párrafo anterior la gestión del turismo es lenta, no se ha logrado hasta el momento difundir de manera exitosa los recursos y/o atractivos turísticos existentes, las empresas que proporcionan rutas turísticas no cumplen con las expectativas del turista. Por ello, surge la necesidad de desarrollar un SE que oriente a través de la web a los turistas interesados en visitar el corredor turístico de las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba. Esta investigación es innovadora porque no existe un SE para orientar al turista que quiera viajar a estos lugares, tiene importancia social pues ayudará a dinamizar la economía local teniendo en cuenta factores como: motivo de visita turística, fecha de viaje, condición monetaria, número de personas, estancia, lugar de residencia habitual, etapas de la vida. También es de importancia cultural, pues para elaborar la base de

conocimiento, además de identificar los principales recursos y/o atractivos turísticos, se debe identificar las costumbres, platos típicos, fiestas patronales, actividades religiosas, deportivas y más; que sirven para atraer al turista nacional y extranjero.

REVISIÓN DE ESTUDIOS RELACIONADOS

La identificación de recursos y/o atractivos turísticos constituye un elemento importante para promover el turismo en un determinado espacio geográfico. González et al. (2021), en su investigación, lograron identificar los recursos turísticos de un corredor natural ubicado en la región española de Extremadura, desarrollando el turismo regional mediante rutas turísticas.

Hussein y Aqel (2015), desarrollaron en Jordania un sistema experto turístico basado en reglas que se implementó con un lenguaje prolog, este ayudó a elegir el mejor paquete turístico en función del tiempo, el presupuesto y las preferencias.

Existen varios factores que intervienen a la hora de elegir un destino vacacional. Por ello, Alrasheed et al. (2020), propusieron un sistema de recomendación turística que recomiende el mejor destino de acuerdo a las preferencias y requisitos del turista.

La previsión de la demanda turística ha causado mucho interés debido a la importante contribución económica que genera el turismo mundial. Para esto, Xu et al. (2016), utilizaron modelos Takagi–Sugeno difusos extraídos de las salidas de Support Vector Machine entrenadas en datos turísticos. El sector de los viajes está siempre a la búsqueda de nuevas tecnologías. Por ello, Brindha et al. (2021), aplicaron algoritmos de clasificación como Naive Bayes, Support Vector Machine y Random Forest para desarrollar un sistema turístico inteligente que fue modelado en base a los resultados del análisis de sentimiento de los turistas.

Los sistemas de información para turismo basados en el conocimiento, son herramientas de vital importancia para promover el turismo local, nacional e internacional. Stalidis et al. (2015), en su investigación, utilizaron tecnologías de análisis de datos, redes neuronales y representación del conocimiento para crear un sistema de información inteligente en el marketing de destinos turísticos.

Una orientación personalizada en los canales de comunicación digital, representa un requisito importante para futuras visitas turísticas. Reichstein y Härting (2018), desarrollaron un modelo conceptual idóneo para explorar las necesidades del turista, el objetivo de su investigación fue orientar a las empresas turísticas para afrontar con éxito las variaciones del mercado por la digitalización.

En el Perú, Ramos y Valdivia (2017), en su investigación lograron proponer un sistema experto para fomentar el turismo en la región Lambayeque.

Hasta donde conocemos no se ha desarrollado ningún sistema inteligente para ayudar en la toma de decisiones a los turistas que deseen visitar las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Desarrollar un sistema experto basado en reglas para orientar a los usuarios del corredor turístico de las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba.
- Identificar los principales recursos y/o atractivos turísticos provinciales
- Elaborar la base de conocimiento del sistema experto
- Implementar el sistema experto
- Evaluar el sistema experto

DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO

Para el diseño y desarrollo del SE se aplicó la metodología de Nicolás Kemper (Kemper et al., 2009). Para la elaboración de la base de conocimiento se contó con la participación de expertos en turismo de las provincias mencionadas.

Diagrama de bloques de las áreas de estudio

Las variables más importantes que permiten desarrollar y promover el turismo en las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba, son: recursos y atractivos turísticos, infraestructura turística básica, servicios turísticos (transporte, alimentación, alojamiento, esparcimiento, etc.) y eventos programados (ver Figura 1).

Sin embargo, todas estas variables no forman parte de este trabajo, nos enfocaremos en el área de Recursos y Atractivos Turísticos.

Figura 1- Diagrama de bloques general

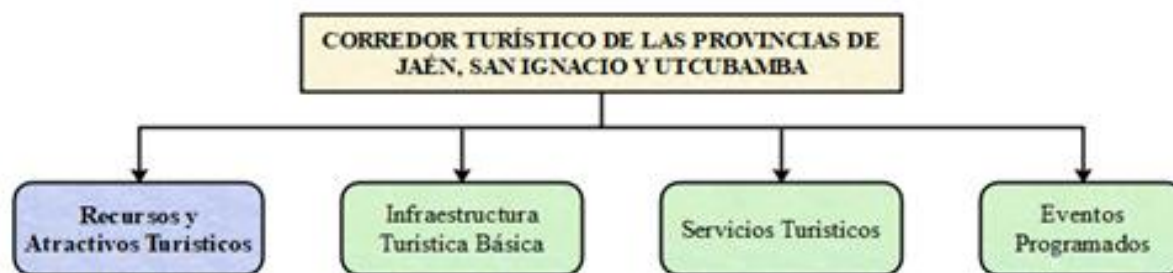


Diagrama de bloques del área de recursos y atractivos turísticos

El corredor turístico de las provincias de Jaén, San Ignacio y Utcubamba, está constituido por los recursos y/o atractivos turísticos más concurridos, estos están ordenados de acuerdo a la jurisdicción de cada provincia, es decir, por DISTRITOS (ver Figura 2).

Figura 1- Distritos involucrados en el estudio de acuerdo a la jurisdicción de cada provincia



Diagrama de bloques de los factores críticos en la toma de decisiones

Este diagrama muestra el objetivo del sistema experto que es orientar a los usuarios del corredor turístico, muestra también los factores que influyen para la recomendación del recurso y/o atractivo al turista (ver Figura 3).

Figura 3- Factores que influyen para la recomendación del recurso y/o atractivo al turista

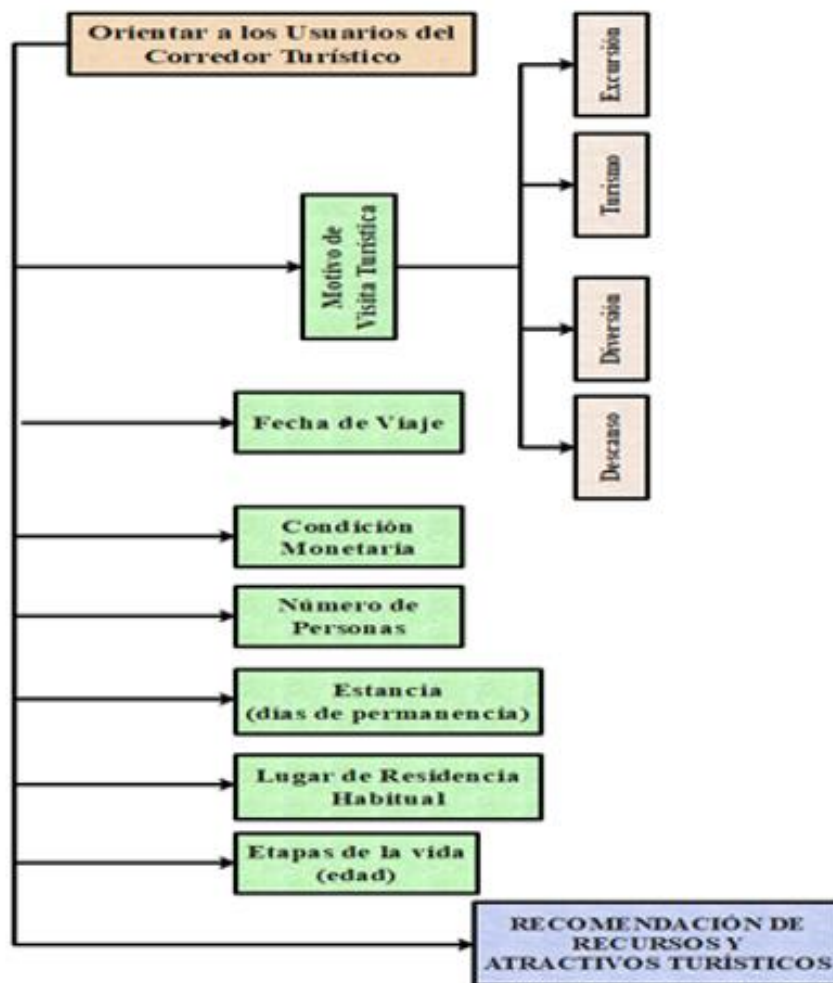
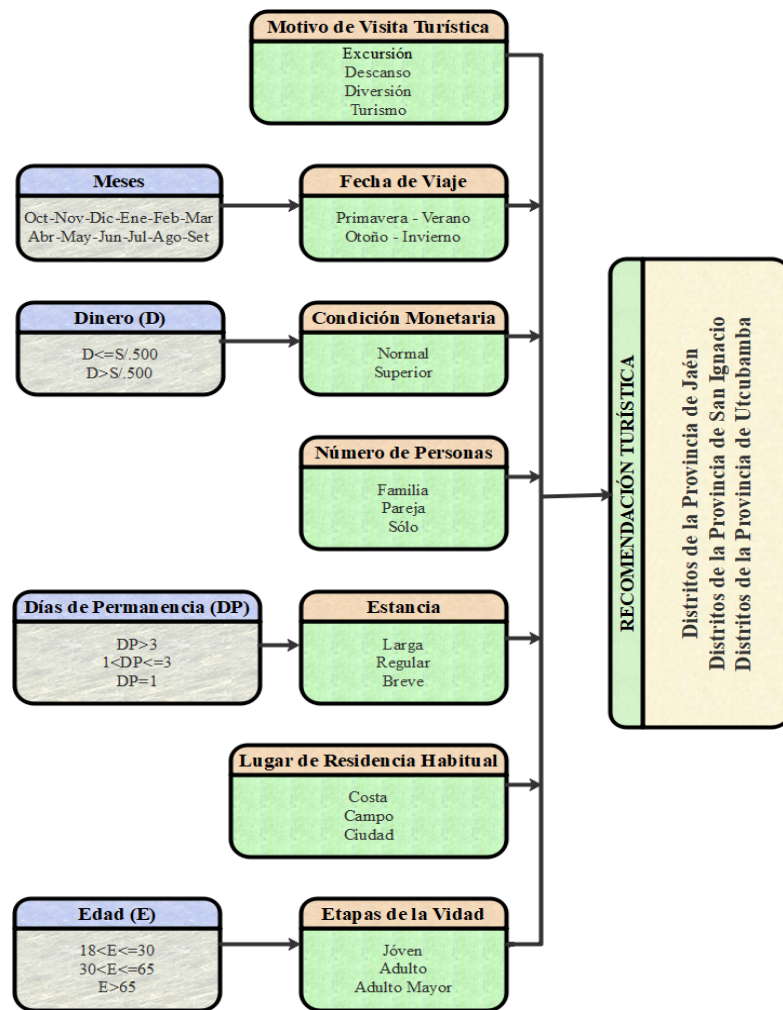


Diagrama de dependencia

Este diagrama (ver Figura 4) muestra de manera más clara y detallada la influencia de cada factor para la recomendación turística, así como los valores que puede tomar cada factor. El motivo de visita turística es por excursión, descanso, diversión o turismo; con respecto a la fecha de viaje por similitud climática se considera primavera – verano y otoño – invierno; en la condición monetaria, dinero menor o igual a S/.500 condición normal y mayor a S/.500 condición superior; el factor número de personas está dado por familia, pareja y sólo; la estancia del turista por los días de permanencia puede ser larga, regular o breve; respecto al lugar de residencia habitual se considera costa, campo y ciudad; las etapas de la vida de los turistas son joven, adulto y adulto mayor.

Figura 2- Diagrama de dependencia por cada factor



Tablas de decisión (tablas de número de reglas)

El motivo de visita turística se da por “excursión”, “descanso”, “diversión” o “turismo”. Las tablas de número de reglas son creadas una por cada motivo de visita, como ejemplo, en la Tabla 1, se muestra para el motivo “diversión”, luego se resumen en una sola tabla que muestra el total de reglas que constituyen la base de conocimiento del sistema experto (Ver Tabla 2).

Tabla 1-Número de reglas para el motivo de visita turística “Diversión”

VARIABLES DE ENTRADA	VALORES	NÚMERO DE VALORES
Fecha de Viaje	Primavera – Verano, Otoño – Invierno	2
Condición Monetaria	Normal, Superior	2
Número de Personas	Familia, Pareja, Sólo	3
Estancia	Larga, Regular, Breve	3
Lugar de Residencia	Costa, Campo, Ciudad	3
Etapas de la Vida	Joven, Adulto, Adulto Mayor	3
Total	2x2x3x3x3x3	324

Tabla 2- Total de reglas que constituyen la base de conocimiento del sistema experto

Motivo de Visita Turística	Número de Reglas
Excursión	108
Descanso	108
Diversión	324
Turismo	324
Total	864

Reglas IF – THEN que constituyen la base de conocimiento del sistema experto

Los elementos que constituyen la base de conocimiento del sistema experto son identificados por siglas (ver Tabla 3).

Tabla 3-Elementos que constituyen la base de conocimiento del sistema expert

VARIABLES DE ENTRADA	(VE)	VALORES	(V)
Motivo de Visita	<i>MV</i>	Excursión, Descanso, Diversión, Turismo	<i>Ex, De, Di, Tu</i>
Fecha de Viaje	<i>FV</i>	Primavera – Verano, Otoño – Invierno	<i>P-V, O-I</i>
Condición Monetaria	<i>CM</i>	Normal, Superior	<i>N, S</i>
Número de Personas	<i>NP</i>	Familia, Pareja, Sólo	<i>F, P, S</i>
Estancia	<i>E</i>	Larga, Regular, Breve	<i>L, R, B</i>
Lugar de Residencia	<i>LR</i>	Costa, Campo, Ciudad	<i>Co, Ca, Ci</i>
Etapas de la Vida	<i>EV</i>	Joven, Adulto, Adulto Mayor	<i>J, A, AM</i>

RECOMENDACIÓN DE RECURSOS Y ATRACTIVOS TURÍSTICOS=RAT

De acuerdo a la Tabla 2, la base de conocimiento está formada por cuatro bloques de reglas, en la Tablas 4 se muestra el bloque de reglas correspondiente al motivo de visita “Diversión”.

Reglas motivo de visita turística “Diversión”

Los recursos y/o atractivos apropiados para los usuarios del corredor turístico por motivo de visita turística “Diversión” son los distritos: Jaén, Bellavista, Santa Rosa, San Ignacio, Namballe, Huarango y Bagua Grande (ver tabla 4).

Tabla 4-Reglas IF – THEN para el motivo de visita turística “Diversión”

R	IF	THEN
R1	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Bagua Grande
R2	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=B, LR=Co, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Bellavista
R3	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=R o L, LR=Co, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R4	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=B, LR=Ca, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Jaén
R5	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=B, LR=Ca, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Bagua Grande
R6	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=R o L, LR=Ca, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R7	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=B, LR=Ci, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R8	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=B, LR=Ci, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Huarango
R9	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=S, E=R o L, LR=Ci, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Bellavista
R10	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=B, LR=Co, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R11	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=B, LR=Co, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Jaén
R12	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=R o L, LR=Co, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Huabal
R13	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=B, LR=Ca, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Huarango
R14	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=B, LR=Ca, EV=AM</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R15	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=R o L, LR=Ca, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R16	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=B, LR=Ci, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Namballe
R17	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=B, LR=Ci, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Bagua Grande
R18	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=P, E=R o L, LR=Ci, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Jaén
R19	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=B, LR=Co, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Huarango
R20	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=B, LR=Co, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Bellavista
R21	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=R o L, LR=Co, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R22	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=B, LR=Ca, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Bellavista
R23	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=B, LR=Ca, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R24	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=R o L, LR=Ca, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Namballe
R25	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=B, LR=Ci, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R26	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=B, LR=Ci, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Huabal
R27	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=N, NP=F, E=R o L, LR=Ci, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R28	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R29	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Jaén
R30	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=R o L, LR=Co, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Huarango
R31	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Ca, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R32	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Ca, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Namballe
R33	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=R o L, LR=Ca, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Bagua Grande
R34	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Ci, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Bellavista
R35	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Ci, EV=AM</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R36	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=S, E=R o L, LR=Ci, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Namballe
R37	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=B, LR=Co, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R38	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=B, LR=Co, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Namballe
R39	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=R o L, LR=Co, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Bellavista
R40	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=B, LR=Ca, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Jaén
R41	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=B, LR=Ca, EV=AM</i>	RAT=Distrito de San Ignacio
R42	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=R o L, LR=Ca, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Bagua Grande
R43	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=B, LR=Ci, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Huabal
R44	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=B, LR=Ci, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Huarango
R45	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=P, E=R o L, LR=Ci, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R46	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=B, LR=Co, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Namballe
R47	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=B, LR=Co, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Huabal
R48	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=R o L, LR=Co, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Jaén
R49	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=B, LR=Ca, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Santa Rosa
R50	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=B, LR=Ca, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Bellavista
R51	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=R o L, LR=Ca, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de Huarango
R52	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=B, LR=Ci, EV=J o A</i>	RAT=Distrito de Bagua Grande
R53	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=B, LR=Ci, EV=AM</i>	RAT=Distrito de Jaén
R54	<i>MV=Di, FV=P-V o O-I, CM=S, NP=F, E=R o L, LR=Ci, EV=J o A o AM</i>	RAT=Distrito de San Ignacio

Software utilizado en la implementación del sistema experto

Toda la parte lógica del sistema experto se ha programado con PHP, de modo que es el lenguaje de programación principal de desarrollo. Con el objetivo de almacenar la ubicación de imágenes, datos de provincias y distritos, se ha utilizado el sistema gestor de base de datos MariaDB. Para el diseño de las interfaces gráficas de usuario, se utilizó el lenguaje HTML. El lenguaje CSS permitió dar mayor estilo a las interfaces gráficas diseñadas con HTML, para evitar escribir código de estilos de forma excesiva, se utilizó un archivo de Bootstrap, el cual se puede descargar o simplemente agregar el enlace desde la página web del mismo nombre dentro del código HTML o colocar la ubicación si se ha descargado este archivo. Para dar funcionalidad a las interfaces gráficas y que el usuario pueda interactuar con ellas, se utilizó el lenguaje de programación JavaScript. XAMPP, es un software que se ha utilizado para realizar la implementación y las pruebas del sistema de forma local, es decir, en el mismo computador de desarrollo. El desarrollo del sistema experto turístico se ha llevado a cabo en Windows y las pruebas se han realizado tanto en dicho sistema operativo como en otro de distribución Linux, como es el caso de Ubuntu. Para probar la base de conocimiento del sistema experto también se utilizó el Shell de EXPERT SINTA, ya que es un software de uso libre, presenta un soporte visual de fácil operación y una interface de fácil manipulación.

Interfaz de usuario del sistema experto

El sistema experto desarrollado se denomina “Sistema Experto Turístico Jaén - San Ignacio - Utcubamba”, presenta cinco imágenes de portada que cambia en un tiempo aproximado de 05 segundos (ver Figura 5).

Figura 3- Portada principal del Sistema Experto Turístico Jaén - San Ignacio – Utcubamba



En la parte inferior de la portada se ubica el botón “Consultar”, este nos permite acceder a la orientación turística seleccionando la opción “Iniciar”. Para obtener la recomendación turística, se debe proceder de la siguiente manera:

- Elegir el motivo de visita turística [excursión, descanso, diversión o turismo]
- Elegir la fecha de viaje [primavera – verano o otoño – invierno]
- Elegir la condición monetaria [normal o superior]
- Elegir el número de personas [solo, pareja o familia]
- Elegir la estancia por los días de permanencia [breve, regular o larga]
- Elegir el lugar de residencia habitual [campo, ciudad o costa]
- Elegir etapas de la vida [joven, adulto o adulto mayor].

Después de elegir entre todas las opciones anteriores, el sistema experto recomienda uno de los 26 destinos turísticos. Además, presenta una breve descripción del destino, dando la opción de descargar un archivo pdf con información complementaria, también muestra imágenes de los recursos y/o atractivos turísticos más importantes. Finalmente, si desea buscar otra alternativa, en la parte inferior ubicar el botón “Realizar nueva consulta”. En la Figura 6, se observa una respuesta que da el sistema experto ante la consulta de un usuario.

Figura 6- Recomendación Turística Distrito de San Ignacio



Prueba de la base de conocimiento en el sistema experto

El objetivo es verificar si las reglas lógicas elaboradas por los expertos coinciden con las respuestas que da el software desarrollado. En cada bloque de reglas se lanzó números

aleatorios para elegir la regla a probar. En la Tablas 5, se presenta las pruebas realizadas al bloque Diversión.

Para el motivo “Diversión”, se lanzó dos números aleatorios entre 1 y 54

Tabla 5- Prueba de la base de conocimiento en el sistema experto para el motivo “Diversión”

Nro. Aleatorio	Nro. Regla	If	Then	Respuesta SE
15	R15	$MV=Di, FV=P-V \text{ o } O-I, CM=N, NP=P, E=R \text{ o } L, LR=Ca, EV=J \text{ o } A \text{ o } AM$	Distrito de Santa Rosa	-----
	R15a	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=J$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15b	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=A$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15c	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=AM$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15d	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=L, LR=Ca, EV=J$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15e	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=L, LR=Ca, EV=A$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15f	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=L, LR=Ca, EV=AM$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15g	$MV=Di, FV=O-I, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=J$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15h	$MV=Di, FV=O-I, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=A$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15i	$MV=Di, FV=O-I, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=AM$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15j	$MV=Di, FV=O-I, CM=N, NP=P, E=L, LR=Ca, EV=J$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15k	$MV=Di, FV=O-I, CM=N, NP=P, E=L, LR=Ca, EV=A$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15l	$MV=Di, FV=O-I, CM=N, NP=P, E=L, LR=Ca, EV=AM$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
28	R28	$MV=Di, FV=P-V \text{ o } O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J \text{ o } A$	Distrito de San Ignacio	-----
	R28a	$MV=Di, FV=P-V, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J$	Distrito de San Ignacio	Distrito de San Ignacio
	R28b	$MV=Di, FV=P-V, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=A$	Distrito de San Ignacio	Distrito de San Ignacio
	R28c	$MV=Di, FV=O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J$	Distrito de San Ignacio	Distrito de San Ignacio
	R28d	$MV=Di, FV=O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=A$	Distrito de San Ignacio	Distrito de San Ignacio

En la Tabla 5, se observa que las respuestas del SE turístico coinciden con las conclusiones de las reglas elaboradas por expertos.

Evaluación del sistema experto

Para la evaluación se contó con un experto diferente a los que participaron en la elaboración del diseño, la evaluación se realizó contra el experto, es decir, se consultó tanto al SE y al experto, luego se verificó las coincidencias (ver tabla 6).

Tabla 6- Evaluación contra el Experto Humano

Nro. Aleatorio	Nro. Regla	Factores que Influyen en la Recomendación Turística	Sistema Experto	Experto Humano
6	R6	$MV=Ex, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R \text{ o } L, EV=J \text{ o } A \text{ o } AM$	Distrito de Huarango	-----
	R6a	$MV=Ex, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R, EV=J$	Distrito de Huarango	Distrito de Lonya Grande
	R6b	$MV=Ex, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R, EV=A$	Distrito de Huarango	Distrito de Huarango
15	R15	$MV=Di, FV=P-V \text{ o } O-I, CM=N, NP=P, E=R \text{ o } L, LR=Ca, EV=J \text{ o } A \text{ o } AM$	Distrito de Santa Rosa	-----
	R15a	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=J$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
	R15b	$MV=Di, FV=P-V, CM=N, NP=P, E=R, LR=Ca, EV=A$	Distrito de Santa Rosa	Distrito de Santa Rosa
40	R40	$MV=Tu, FV=P-V \text{ o } O-I, CM=S, NP=P, E=B, LR=Ca, EV=J \text{ o } A$	Distrito de Jaén	-----
	R40a	$MV=Tu, FV=P-V, CM=S, NP=P, E=B, LR=Ca, EV=J$	Distrito de Jaén	Distrito de Jaén
	R40b	$MV=Tu, FV=P-V, CM=S, NP=P, E=B, LR=Ca, EV=A$	Distrito de Jaén	Distrito de Jaén
28	R28	$MV=Di, FV=P-V \text{ o } O-I, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J \text{ o } A$	Distrito de San Ignacio	-----
	R28a	$MV=Di, FV=P-V, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J$	Distrito de San Ignacio	Distrito de San Ignacio
	R28b	$MV=Di, FV=P-V, CM=S, NP=S, E=B, LR=Co, EV=A$	Distrito de San Ignacio	Distrito de San Ignacio
1	R1	$MV=Tu, FV=P-V \text{ o } O-I, CM=N, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J \text{ o } A$	Distrito de Bagua Grande	-----
	R1a	$MV=Tu, FV=P-V, CM=N, NP=S, E=B, LR=Co, EV=J$	Distrito de Bagua Grande	Distrito de Bagua Grande
	R1b	$MV=Tu, FV=P-V, CM=N, NP=S, E=B, LR=Co, EV=A$	Distrito de Bagua Grande	Distrito de Bellavista

De acuerdo a la Tabla 6, se verifica que el Sistema Experto Turístico Jaén - San Ignacio - Utcubamba y el Experto Humano, coinciden en la recomendación de recursos y/o atractivos turísticos en un 80%.

CONCLUSIÓN

Se desarrolló el Sistema Experto Turístico Jaén - San Ignacio - Utcubamba, que sirve para orientar a los turistas en la elección de recursos y/o atractivos durante su visita por el corredor turístico provincial. Se identificó los principales recursos y/o atractivos turísticos y con la ayuda de expertos humanos en turismo se elaboró la base de conocimiento. Utilizando

diversas herramientas informáticas se implementó el sistema experto con la Interfaz de usuario amigable. Un experto humano en turismo validó el sistema experto turístico desarrollado, concluyendo que ayuda en la toma de decisiones sobre qué lugares visitar.

RECOMENDACIONES

- La autoridad municipal deberá incrementar el presupuesto designado para el sector turismo, esto permitirá mejorar la gestión del turismo provincial.
- Los profesionales responsables de la gestión turística provincial, deberán realizar estudios de zonificación para luego abordar políticas de desarrollo en el sector turismo.
- En la base de conocimiento se deben incorporar nuevas variables con el fin que el sistema experto pueda dar recomendaciones turísticas más personalizadas.
- Con el objetivo de mejorar la difusión de información turística, se debe crear una App Móvil para el sistema experto desarrollado.

REFERENCIAS

- Abbasi, W. A., Abbas, S. A., Andleeb, S., ul Islam, G., Ajaz, S. A., Arshad, K., Khalil, S., Anjam, A., Ilyas, K., Saleem, M., Chughtai, J., & Abbas, A. (2021). COVIDC: An expert system to diagnose COVID-19 and predict its severity using chest CT scans: Application in radiology. *Informatics in Medicine Unlocked*, 23, 100540. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100540>
- Alrasheed, H., Alzeer, A., Alhowimel, A., shameri, N., & Althyabi, A. (2020). A Multi-Level Tourism Destination Recommender System. *Procedia Computer Science*, 170, 333-340. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.047>
- Brindha, D. V., Meenaloshini, M., Sriram, G., & Subhashini, R. (2021). Intelligent Tourist System For The 21st Century. 1911(1). *Scopus*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1911/1/012020>
- Castillo, E., Gutiérrez, J. M., & Hadi, A. S. (1997). *Sistemas expertos y modelos de redes probabilísticas*. Academia de Ingeniería. <http://computo.fisimat.umich.mx/~htejeda/gutierjm/BookCGH.pdf>
- Elziny, A. A., Mohamadien, M. A., Ibrahim, H. M., & Abdel Fattah, M. K. (2016). An expert system to manage dispute resolutions in construction projects in Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 7(1), 57-71. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2015.05.002>
- Gao, H., Jiang, G., Gao, X., Xiao, J., & Wang, H. (2019). An equine disease diagnosis expert system based on improved reasoning of evidence credibility. *Information Processing in Agriculture*, 6(3), 414-423. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.11.003>

González, P., Barrena, J., Lagar, D., Lozano, J., & Pulido, M. (2021). Identification of tourist resources for the design of thematic routes in the natural corridor of the Armorican Arch of Cáceres (Extremadura, SW Spain). *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(1), 69-81. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.12.001>

Hussein, N. S., & Aqel, M. J. (2015). ESTJ: An Expert System for Tourism in Jordan. *Procedia Computer Science*, 65, 821-826. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.032>

Hwang, G.-J., Sung, H.-Y., Chang, S.-C., & Huang, X.-C. (2020). A fuzzy expert system-based adaptive learning approach to improving students' learning performances by considering affective and cognitive factors. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100003>

Kemper, N., Ochoa, L., Molero, G., & Gutierrez, F. (2009). Sistema web para el monitoreo en tiempo real del rendimiento de centrales termoeléctricas. *Actas del IX Simposio Internacional de Automatización*, 957-961. <https://doi.org/10.13140/2.1.4512.5442>

Nusai, C., Cheechang, S., Chaiphech, S., & Thanimkan, G. (2015). Swine-Vet: A Web-based Expert System of Swine Disease Diagnosis. *Procedia Computer Science*, 63, 366-375. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.355>

Prieto, L., Gill, P., & Bleka, Ø. (2019). How to avoid driving DNA caseworkers crazy: CaseSolver, an expert system to investigate complex crime scenes. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 7(1), 92-94. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.09.036>

Ramos, E. V., & Valdivia, C. A. (2017). Sistema experto para fomentar el turismo en la región Lambayeque-Perú. *TZHOECOEN*, 9(3). <https://doi.org/10.26495/rtzh179.322822>

Redacción La República. (2020). Turismo aporta casi el 4% a la economía nacional. *Diario La República*.

Reichstein, C., & Härting, R.-C. (2018). Potentials of changing customer needs in a digital world – a conceptual model and recommendations for action in tourism. *Procedia Computer Science*, 126, 1484-1494. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.120>

Shabut, A. M., Hoque Tania, M., Lwin, K. T., Evans, B. A., Yusof, N. A., Abu-Hassan, K. J., & Hossain, M. A. (2018). An intelligent mobile-enabled expert system for tuberculosis disease diagnosis in real time. *Expert Systems with Applications*, 114, 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.07.014>

Singh, S., Olugu, E. U., & Musa, S. N. (2016). Development of Sustainable Manufacturing Performance Evaluation Expert System for Small and Medium Enterprises. *Procedia CIRP*, 40, 608-613. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.142>

Stalidis, G., Karapistolis, D., & Vafeiadis, A. (2015). Marketing Decision Support Using Artificial Intelligence and Knowledge Modeling: Application to Tourist Destination Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 175, 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1180>

Vanek, D., Rihova, P., Ehler, E., Dalihodova, S., Stikarova, R., Vankova, L., & Strnad, Z. (2019). STRAND: A Cloud expert system for non-human DNA analysis. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 7(1), 147-149. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2019.09.057>

World Economic Forum. (2017). *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017*. WEF.

Xu, X., Law, R., Chen, W., & Tang, L. (2016). Forecasting tourism demand by extracting fuzzy Takagi–Sugeno rules from trained SVMs. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 1(1), 30-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trit.2016.03.004>