

**Impacto de la tecnología en el turismo: Un análisis  
cienciométrico y revisión**

**The Impact of Technology on Tourism: A Scientometric  
Analysis and Review**

Edgar Romario Aranibar Ramos<sup>1</sup>

**Universidade de São Paulo-São Paulo-Brasil**

romario.aranibar@usp.br

Davis Alexander Ramos Ramos<sup>2</sup>

**Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa-Arequipa-Perú**

dramosram@unsa.edu.pe

Anthony Hugo Ramirez Mendoza<sup>3</sup>

**Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa-Arequipa-Perú**

aramirezmen@unsa.edu.pe

Joly Zegarra Cáceres<sup>4</sup>

**Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa-Arequipa-Perú**

jzegarracac@unsa.edu.pe

---

**Artículo Recibido:** 03-03-2024

**Artículo Aceptado:** 25-06-2024

**DOI:** <https://doi.org/10.55739/fer.v28i28.161>

---

1 Licenciado en Relaciones Internacionales por la Universidade São Paulo (Brasil). Licenciado en Gestión con mención en Gestión de Empresas por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5926-8544>

2 Licenciado en Gestión con mención en Gestión de Empresas por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú). ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4533-3129>

3 Profesional en formación en Antropología en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú). ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6891-9650>

4 Licenciada en Educación por la Universidad Católica de Santa María (Perú). Magister en Educación Superior y Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4004-4983>

### Resumen

La creciente integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la industria turística ha tenido un impacto profundo en la gestión interna y comunicación con los turistas, transformando procesos en diferentes niveles, desde grandes empresas turísticas hasta servicios para viajeros individuales. Se tiene como objetivo entender estas interacciones a través de un análisis cuantitativo y de contenido sobre la investigación en materia, utilizando las bases de datos: Scopus y ScIELO. Se han revisado exhaustivamente 3812 publicaciones desde 2019 hasta 2023, siguiendo criterios establecidos por PRISMA. En este estudio, también se ha empleado la herramienta VOSviewer© para la visualización de redes. Los hallazgos arrojan información para una comprensión profunda de la intersección entre tecnología y turismo, facilitando a los investigadores la exploración de nuevas áreas, la colaboración efectiva, identificación de fuentes y destinos relevantes en el ámbito tecnológico y turístico. Este análisis, además de inspirar nuevas investigaciones a través del estudio de palabras clave, brinda a los investigadores la capacidad de adquirir conocimientos sobre innovaciones tecnológicas, cambios sociales y la capacidad de enfrentar desafíos y aprovechar oportunidades emergentes, todo ello mediante el seguimiento de tendencias clave en palabras relacionadas con la tecnología y el turismo.

#### Palabras clave:

Industria turística, Análisis cuantitativo, Innovaciones tecnológicas, Tendencias clave

### Abstract

The increasing integration of Information and Communication Technologies (ICT) in the tourism industry has significantly impacted internal management and communication with tourists, leading to the transformation of processes across various levels, ranging from large-scale tourism enterprises to services catering to individual travelers. The objective of this study is to comprehend these interactions through a scientometric and content analysis of pertinent research, leveraging the databases: Scopus and ScIELO. A comprehensive review of 3812 publications spanning from 2019 to 2023 has been conducted, adhering to criteria established by PRISMA. Additionally, the VOSviewer© tool has been utilized for network visualization in this investigation. The findings furnish insights for a profound understanding of the intersection between technology and tourism, thereby enabling researchers to explore novel domains, foster effective collaboration, and identify relevant sources

and destinations within the technological and tourism realms. Moreover, this analysis, besides instigating new research endeavors through the examination of keywords, equips researchers with the ability to acquire knowledge concerning technological innovations, societal shifts, and the capacity to confront challenges and capitalize on emerging opportunities, all by tracking pivotal trends in technology- and tourism-related terminology.

**Keywords:**

Tourism industry, Scientometric analysis, Technological innovations, Key trends

---

## Introducción

En la contemporaneidad digital, el impacto de las TIC se extiende a todas las esferas de la sociedad, transformando la manera en que se vive, trabaja y viaja (Qamruzzaman, 2023). La industria turística, siendo una de las más dinámicas y adaptables, no ha escapado a esta revolución tecnológica. Desde la planificación del viaje hasta la experiencia en el destino, las TIC han modificado significativamente la forma en que los turistas interactúan con el entorno y cómo los destinos turísticos gestionan sus recursos (García-López et al., 2021).

En este contexto, surge la pregunta: ¿de qué manera ha evolucionado el turismo a través de los avances tecnológicos y hasta qué punto se evidencia alcance de esta transformación en la manera de explorar el mundo? Se plantea la imagen de un viaje donde la tecnología no solo facilita la logística, sino que también enriquece la experiencia, transformando cada destino en una oportunidad única de conexión entre el viajero y el entorno. ¿Cuáles son las implicaciones y posibilidades que se desprenden de esta convergencia entre turismo y tecnología?

En un entorno donde la información fluye instantáneamente, las plataformas de reserva reinventan la elección de destinos y los servicios turísticos se adaptan a las demandas cambiantes (Palmer, 2023; Yuan et al., 2023). La realidad virtual y aumentada ofrecen anticipos visuales,

permitiendo explorar destinos desde la comodidad del hogar (Ferentinos et al., 2020). No obstante, ¿de qué manera estas innovaciones tecnológicas están dando forma no solo a la forma de viajar, sino también a la manera en que se comprende y preserva la diversidad cultural y natural de los destinos turísticos?

Por tanto, el objeto de esta investigación es llevar a cabo un estudio cuantitativo y revisión bibliográfica que explore los avances en turismo a través de las TIC. Se busca comprender la amplitud y profundidad de la influencia de las TIC en la industria turística, así como identificar tendencias emergentes y lagunas que requieran atención investigativa.

La metodología para alcanzar estos objetivos implica realizar un análisis utilizando bases de datos especializadas en turismo, tecnología e intersecciones disciplinarias relevantes. Asimismo, se llevará a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva, seleccionando artículos clave para analizar a fondo las contribuciones y perspectivas existentes en el campo. Esta metodología se complementará con un análisis cualitativo y cuantitativo de los datos recopilados, permitiendo una comprensión holística de la evolución del turismo a través de la tecnología.

### **Referentes Conceptuales**

La influencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el sector turístico ha sido significativa y transformadora. Este marco teórico aborda la relación entre tecnología y turismo, examinando la evolución de las TIC en la industria turística, los modelos teóricos que explican su adopción e impacto, y los conceptos clave y las implicaciones derivadas de la convergencia entre turismo y tecnología, proporcionando un sustento teórico para las preguntas de investigación planteadas.

La integración de las TIC en el turismo se inició con sistemas de reservas computarizados durante las décadas de 1960 y 1970, lo que mejoró la eficiencia operativa de aerolíneas y agencias de viajes (Steele, 2022). Con la proliferación de internet en los años 90, los consumidores obtuvieron

acceso directo a la información y servicios turísticos, permitiéndoles realizar comparaciones y tomar decisiones informadas (Mendes, 2022). En las últimas dos décadas, tecnologías como las redes sociales, aplicaciones móviles, realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) han redefinido las experiencias turísticas, posibilitando interacciones más personalizadas y dinámicas.

La Teoría de la Difusión de Innovaciones de Everett Rogers (1962) es fundamental para comprender la adopción de nuevas tecnologías en el turismo. Esta teoría sugiere que la adopción de una innovación sigue una curva de difusión que incluye a innovadores, primeros adoptantes, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados. En el ámbito turístico, las grandes empresas y cadenas suelen ser los primeros en adoptar tecnologías, mientras que los pequeños negocios lo hacen posteriormente. Esto permite observar cómo las innovaciones tecnológicas se diseminan en el sector y cómo varían sus niveles de adopción.

El Modelo de Aceptación Tecnológica de Davis (1989) postula que la percepción de utilidad y la facilidad de uso son determinantes clave para la aceptación de una tecnología. En el sector turístico, las aplicaciones móviles y plataformas de reserva en línea han sido rápidamente adoptadas debido a su conveniencia y mejora en la eficiencia tanto para proveedores como para consumidores (Yong et al., 2010). Este modelo es crucial para entender cómo y por qué ciertas tecnologías son adoptadas en el turismo, subrayando la importancia de la experiencia del usuario en la aceptación tecnológica.

El enfoque de las capacidades dinámicas, desarrollado por Teece, Pisano y Shuen (1997), se enfoca en la habilidad de una organización para integrar, construir y reconfigurar competencias internas y externas en respuesta a entornos cambiantes. En el sector turístico, esto implica la capacidad de adaptarse y aprovechar las TIC para mejorar la experiencia del cliente, optimizar operaciones y crear nuevas oportunidades de negocio (Miranda, 2015). Esta perspectiva es esencial para comprender cómo las empresas turísticas pueden mantenerse competitivas y resilientes en un entorno

tecnológico en constante evolución.

La digitalización ha transformado las estrategias de marketing turístico. El marketing digital, a través de redes sociales, blogs de viajes y campañas de correo electrónico, ha facilitado una comunicación más directa y personalizada con los turistas. Las plataformas de reseñas y calificaciones influyen significativamente en las decisiones de los consumidores, promoviendo una mayor transparencia y competencia (Ivars-Baidal et al., 2019). Estas herramientas digitales han redefinido cómo las empresas turísticas interactúan con sus clientes, creando nuevas oportunidades para el engagement y la fidelización.

Las tecnologías emergentes, como la realidad aumentada y la realidad virtual, han enriquecido la experiencia del turista, permitiendo previsualizar destinos y actividades. Las aplicaciones móviles facilitan la navegación, la reserva de servicios y el acceso a información en tiempo real, mejorando la satisfacción del cliente y personalizando su experiencia (Gössling, 2022). Estas tecnologías no solo facilitan la logística del viaje, sino que también transforman cada destino en una oportunidad única de conexión entre el viajero y el entorno, ofreciendo experiencias más inmersivas y enriquecedoras.

La convergencia entre turismo y tecnología abre un abanico de posibilidades y desafíos. Las TIC no solo facilitan la logística del viaje, sino que también enriquecen la experiencia del turista, transformando cada destino en una oportunidad única de conexión entre el viajero y el entorno (Ritchie y Jiang, 2019). Esta convergencia implica un cambio en la manera en que los turistas planifican y disfrutan sus viajes, ofreciendo experiencias más personalizadas e inmersivas. Además, la tecnología facilita la creación de comunidades de viajeros, el intercambio de experiencias y la co-creación de valor, lo que puede llevar a una mayor satisfacción del cliente y lealtad a largo plazo (Navio-Marco et al., 2019).

Asimismo, las TIC han revolucionado la logística del turismo, facilitando la gestión de reservas, el transporte y la planificación de itinerarios a través

de plataformas en línea y aplicaciones móviles. Además, han enriquecido la experiencia turística, permitiendo una mayor personalización y accesibilidad a la información (Miranda, 2015). Los turistas pueden ahora previsualizar destinos y actividades mediante tecnologías como la realidad aumentada y la realidad virtual, mejorando así su toma de decisiones y expectativas.

La tecnología ha permitido que las empresas turísticas optimicen sus operaciones internas y gestionen de manera más eficiente sus recursos (Liberato et al., 2018). Los sistemas de gestión de recursos empresariales (ERP) y de relaciones con los clientes (CRM) han mejorado significativamente la toma de decisiones y la eficiencia operativa. Estas herramientas permiten a las empresas turísticas adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y a las necesidades de los clientes, asegurando una mayor competitividad y sostenibilidad en un entorno global dinámico (Gössling, 2022; Mendes, 2022).

El marketing digital ha transformado la forma en que las empresas turísticas se comunican con sus clientes. A través de redes sociales, blogs de viajes y campañas de correo electrónico, las empresas pueden llegar a un público más amplio y segmentado, ofreciendo contenido personalizado y relevante. Las plataformas de reseñas y calificaciones han incrementado la transparencia y la competencia, influenciando significativamente las decisiones de los consumidores y fomentando una mayor calidad en los servicios ofrecidos (Guaita et al., 2022).

La convergencia entre turismo y tecnología ha abierto nuevas oportunidades para la creación de comunidades de viajeros y el intercambio de experiencias. Las plataformas en línea y las redes sociales permiten a los turistas compartir sus experiencias, consejos y recomendaciones, creando una red de conocimiento colectivo que beneficia a futuros viajeros (Ritchie y Jiang, 2019). Esta co-creación de valor no solo enriquece la experiencia del turista, sino que también fomenta la innovación y mejora continua de los servicios turísticos.

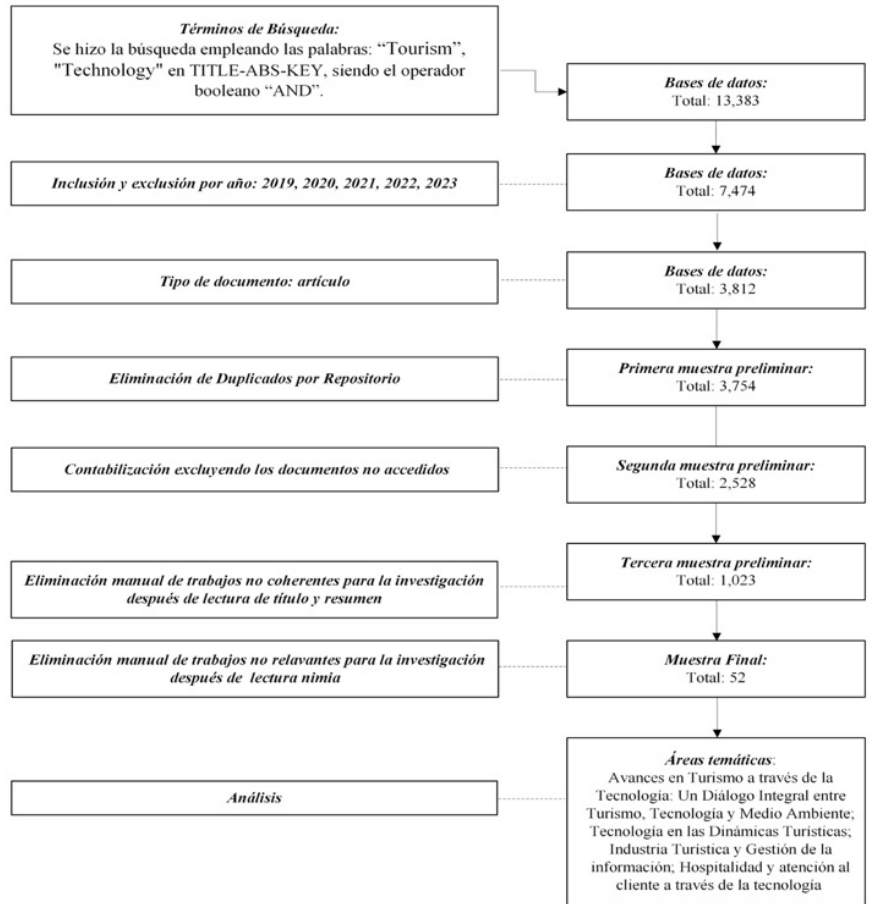
De esta manera, la integración de las TIC en el turismo ha transformado profundamente el sector, mejorando la eficiencia operativa, enriqueciendo la experiencia del turista y abriendo nuevas oportunidades para la interacción y co-creación de valor. Este marco teórico proporciona una comprensión integral de las dinámicas y tendencias actuales, subrayando la importancia de las TIC en la evolución y desarrollo continuo del turismo. Al explorar las intersecciones entre tecnología y turismo, se revela un panorama rico en posibilidades y desafíos, que ofrece valiosas perspectivas para futuros estudios e innovaciones en el ámbito turístico.

### **Metodología**

Se recuerda que las preguntas de investigación para esta revisión son: ¿de qué manera ha evolucionado el turismo a través de los avances tecnológicos y hasta qué punto se evidencia alcance de esta transformación en la manera de explorar el mundo? ¿Cuáles son las implicaciones y posibilidades que se desprenden de la convergencia entre turismo y tecnología?



**Figura 1.**  
*Método PRISMA*



**Fuente:** Elaboración propia

Con el fin de alcanzar los objetivos de la investigación, se llevó a cabo un análisis bibliométrico y cuantitativo. De acuerdo con (Santos et al., 2023), la bibliometría brinda numerosas oportunidades para reconocer la producción científica en un determinado campo del conocimiento, siendo conceptualizada como el análisis matemático y estadístico de las publicaciones de artículos científicos. Se empleó los artículos científicos

publicados en el periodo de 2019 a 2023 para analizar las tendencias de producción. La decisión de excluir el año 2024 se toma para prevenir posibles distorsiones en dichas tendencias. En consecuencia, se utilizaron los datos correspondientes a los últimos cinco años, garantizando así una evaluación más coherente de la producción científica.

Se emplearon ecuaciones booleanas en Scopus para la recopilación de datos, destacando su rigurosidad metodológica en la revisión de artículos académicos. Asimismo, se hizo referencia a ScIELO, la red de revistas con mayor representatividad en Iberoamérica, según lo mencionado por (Aranibar, 2023).

Los términos empleados dentro de títulos, resúmenes y palabras clave fueron: “tourism” y “technology” y utilizando el operador booleano “AND”. Se hace hincapié que los términos de búsqueda utilizados fueron escritos en inglés, dado que es la lengua más empleada para la escritura y publicación de la producción científica en esta temática, como se menciona en (Aranibar-Ramos et al., 2023).

Se empleó Scimago Graphica y VOSviewer para el análisis y generación de gráficos. Así, se concretó una revisión, considerando criterio de exclusión e inclusión, se incluyó a la relevancia temática, replicabilidad, aplicabilidad, capacidad de extrapolar contenidos, enfoque empírico, muestra estadísticamente representativa y acceso. En estos puntos, se recurrió también a la utilización del sistema PRISMA. A partir de estos resultados, se plantearon las subtemáticas desarrolladas lo largo del presente.

Es importante destacar que la bibliometría ha encontrado amplio uso en diversas áreas y disciplinas. Permite descubrir la estructura interna del campo de estudio, incluyendo las corrientes y las futuras líneas de investigación, como menciona Janik et al. (2020).

Debe exponerse que debido a la diversidad de temáticas abordadas y los tipos de estudios en la materia, se optó por no realizar un análisis de la heterogeneidad, típico de los metaanálisis. Se expone también

que un posible sesgo dentro del trabajo, fue la utilización preferente de referencias publicadas en el 2023 y aquellas cuyos datos hayan precedido de investigación de campo o haya sido empírica.

## **Resultados**

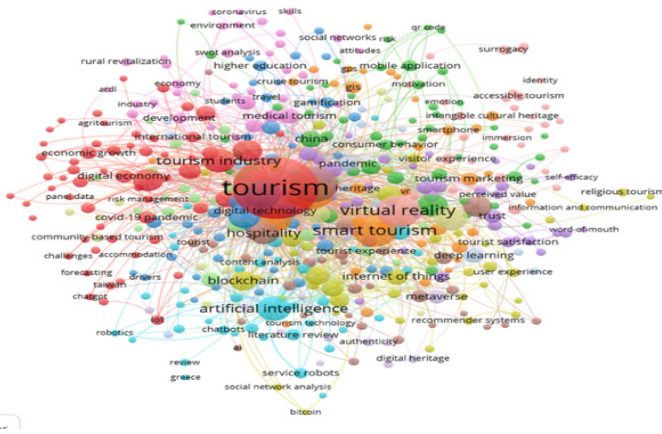
Para lograr los objetivos de la investigación y responder a las preguntas planteadas, se ha decidido llevar a cabo un mapeo científico y sistematización de tendencias con el fin de comprender las interacciones entre el turismo y la tecnología. Este enfoque permitirá abordar con mayor profundidad los puntos de convergencia, identificando así líneas temáticas de interés que son detalladas a posterior.

### ***Relaciones temáticas en el estudio de tecnología y turismo***

Se presenta el mapeo científico, utilizando el software VOSviewer, para analizar la coocurrencia de palabras clave empleadas por los autores en un contexto global. En este análisis, se considera un umbral mínimo de 5 ocurrencias por palabra clave, lo que asegura la relevancia y representatividad de los términos seleccionados en la investigación. Este enfoque metodológico riguroso permite a los investigadores identificar patrones y tendencias significativas en la literatura científica, brindando una visión precisa y detallada de las conexiones y relaciones entre los conceptos clave en el ámbito estudiado. (ver Figura 2).

## Figura 2.

### *Análisis de co-ocurrencia de palabras clave*



**Nota:** Elaboración propia

En la Figura 2, se observa globos rotulados con términos clave en la temática de turismo y tecnología, los cuales varían en tamaño y color de acuerdo a sus relaciones con los otros términos en virtud a la co-ocurrencia de palabras clave. Siendo así, el eje central de la figura abarca al turismo, turismo inteligente, realidad virtual, industria turística, inteligencia artificial, blockchain, pandemia, mercado turístico, economía digital y crecimientos económicos. De igual modo, el programa utilizado para la generación del gráfico revela la existencia de 14 colores, que estarían en las variaciones de tonalidades y tamaños.

### ***Tendencias en Turismo y Tecnología***

Además de lo mostrado en la representación gráfica, es relevante realizar un análisis minucioso de las palabras clave que mostraron niveles elevados, moderados y emergentes de interacción en los dos depósitos de datos investigados. En consecuencia, se presentan los resultados correspondientes en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Tendencias en Turismo y Tecnología:*

	Palabras Clave en Inglés	f *	Palabras Clave en Inglés	f	Palabras Clave en Inglés	f	Palabras Clave en Inglés	f
Consolidadas	"tourism"	523	"covid-19"	174	"technology"	143	"virtual reality"	141
	"smart tourism"	135	"sustainability"	106				
Intermedias	"artificial intelligence"	83	"augmented reality"	83	"sustainable tourism"	74	"tourism industry"	74
	"hospitality"	69	"innovation"	69	"social media"	68	"sustainable development"	68
	"ict"	61	"big data"	59	"technology acceptance model"	59	"blockchain"	53
Emergentes	"cultural heritage"	41	"cultural tourism"	41	"technology acceptance"	38	"bibliometric analysis"	37
	"tourism development"	37	"china"	36	"digitalization"	36	"ecotourism"	35
	"machine learning"	35	"internet of things"	33	"information technology"	32	"medical tourism"	32
	"pandemic"	31	"deep learning"	30	"climate change"	29	"digital transformation"	29
	"technology adoption"	29	"digital technology"	28	"e-tourism"	28	"rural tourism"	28
	"smart city"	28	"virtual tourism"	28	"digital technologies"	26	"marketing"	25
	"metaverse"	25	"smart destination"	24	"tourism marketing"	24	"digital economy"	23
	"entrepreneurship"	23	"tourism management"	23	"trust"	23	"covid-19 pandemic"	22
	"economic growth"	22	"education"	22	"gis"	22	"management"	22
	"tam"	22	"utaut"	22	"destination"	21	"digital tourism"	21
	"satisfaction"	21	"destination image"	20	"information and communication technologies"	20	"sharing economy"	20
	"smart cities"	20	"smart tourism destination"	20	"tourism destination"	20		

**Fuente:** Elaboración propia

\* Frecuencia de aparición

Tomando conciencia de la divergencia entre el idioma de las palabras clave y el idioma en que se redactó este texto, se optó por traducir los términos en aras de facilitar su comprensión por un público mayor. En el contexto de las tendencias consolidadas, se encuentran el turismo, el COVID-19, la tecnología, la realidad virtual, el turismo inteligente y la sostenibilidad.

Dentro de las tendencias intermedias, se hallan la inteligencia artificial, la realidad aumentada, el turismo sostenible, la industria turística, la

hospitalidad, la innovación, las redes sociales, el desarrollo sostenible, las TIC (tecnologías de la información y la comunicación), el big data, el modelo de aceptación de tecnología y la cadena de bloques.

Por otro lado, en las tendencias emergentes se observó el patrimonio cultural, el turismo cultural, la aceptación de la tecnología, el análisis bibliométrico, el desarrollo turístico, China, la digitalización, el ecoturismo, el aprendizaje automático, el Internet de las cosas, las tecnologías de la información, el turismo médico, la pandemia, el aprendizaje profundo, el cambio climático, la transformación digital, la adopción de tecnología, la tecnología digital, el e-turismo, el turismo rural, la ciudad inteligente, el turismo virtual, las tecnologías digitales, el marketing, el metaverso, el destino inteligente, el marketing turístico, la economía digital, el emprendimiento, la gestión turística, la confianza, la pandemia de COVID-19, el crecimiento económico, la educación, el Sistema de Información Geográfica (SIG), la gestión, el modelo de aceptación de tecnología (TAM), el modelo de aceptación y uso de tecnología (UTAUT), el destino, el turismo digital, la satisfacción, la imagen del destino, las tecnologías de la información y la comunicación, la economía colaborativa, las ciudades inteligentes, el destino turístico inteligente y el destino turístico.

Se tomaron en consideración palabras clave con similitud en su escritura, facilitando de este modo la comprensión de cuáles son los términos más frecuentemente empleados y cuáles tienden a aparecer con menor regularidad.

También, dada la diversidad de temáticas abordadas y los tipos de estudios en la materia, se optó por no realizar un análisis de la heterogeneidad, típico de los metaanálisis. Asimismo, se aprecia como sesgos la utilización preferente de referencias publicadas en el 2023 y aquellas cuyos datos hayan precedido de investigación de campo.

## Discusión

### *Avances en Turismo a través de la Tecnología: Un Diálogo Integral entre Turismo, Tecnología y Medio Ambiente*

En el marco del análisis trilateral sobre turismo, tecnología y medio ambiente, se destaca la relevancia del turismo como impulsor económico y social, respaldado por la flexibilidad de las TIC (Wu et al., 2023). No obstante, la vertiginosa expansión del turismo plantea desafíos medioambientales, propiciando la necesidad de transitar hacia prácticas más sostenibles, como el ecoturismo. Aunque Naveed et al. (2023), señalan que las restricciones adicionales asociadas con prácticas sostenibles podrían limitar el crecimiento económico, es crucial reconocer que la preservación ambiental a largo plazo es esencial para garantizar la viabilidad del sector turístico en el futuro (Ndaguba y van Zyl, 2023).

La interconexión con ciudades inteligentes y la transformación digital se manifiesta como esencial para gestionar eficazmente el flujo turístico y reducir su impacto ambiental (Glaveli et al., 2023). No obstante, es relevante considerar las preocupaciones sobre los costos y la complejidad de implementar tecnologías inteligentes (Zeng et al., 2023). Aunque, Li e Ito (2023) argumentan que la introducción de estas tecnologías podría resultar onerosa y complicada, es fundamental reconocer que estas inversiones pueden ser clave para optimizar la experiencia turística, mejorar la eficiencia y, a largo plazo, contribuir a la preservación de los recursos naturales (Almasoodi et al., 2023).

La colaboración entre entidades gubernamentales, empresariales y comunitarias surge como una piedra angular para garantizar un futuro turístico que sea no solo económicamente próspero (Rahmadian et al., 2023), sino también socialmente equitativo y ambientalmente sostenible. Este análisis ofrece una base fundamental para realizar investigaciones interdisciplinarias con enfoque preciso. Estas investigaciones no solo deben explorar, sino también abordar activamente las dimensiones económicas, sociales y ambientales que surgen de la interacción entre el turismo y la

tecnología.

### ***Tecnología en las Dinámicas Turísticas***

Las dinámicas turísticas contemporáneas experimentan una notable transformación, motivada por la veloz evolución tecnológica (Shah et al., 2022). En este escenario, la digitalización se presenta como un pilar esencial, posibilitando la creación de experiencias turísticas personalizadas a través de diversas plataformas en línea (Richard et al., 2023). No obstante, surge la inquietud sobre la brecha digital, generando cuestionamientos sobre la equidad en el acceso a las experiencias turísticas mejoradas, especialmente para aquellos con limitado acceso a la tecnología (Rasheed et al., 2020).

Simultáneamente, la realidad virtual se destaca como una herramienta relevante que impulsa el paradigma del turismo inteligente al ofrecer vistas previas inmersivas de destinos (Han et al., 2019). A pesar de sus beneficios, se plantea la preocupación de que la adopción masiva de tecnologías de realidad virtual pueda resultar en una desconexión del turista con la realidad local, afectando la autenticidad de la experiencia turística y promoviendo un turismo más superficial y desvinculado de la riqueza cultural del destino (Kuo et al., 2019).

La inteligencia artificial desempeña un papel crucial al analizar grandes conjuntos de datos para personalizar recomendaciones (Ferentinos et al., 2020), optimizando estrategias de marketing turístico (Bondarenko et al., 2019). Aunque sus beneficios son innegables, surgen inquietudes éticas en relación con la privacidad de los datos del turista y el uso comercial de información personal, planteando desafíos éticos significativos en la implementación de estas tecnologías (Balcilar et al., 2023).

En una dimensión complementaria, la realidad aumentada enriquece la percepción de la imagen turística al superponer información digital en entornos físicos (Kleftodimos et al., 2023). Sin embargo, surge la preocupación de que la sobreexposición de información digital pueda diluir la autenticidad del entorno, generando una experiencia turística que



podría percibirse como artificial y superficial (Chu, 2023) o inferior a la esperada (Kleftodimos et al., 2023).

Este entramado tecnológico se manifiesta también en la dependencia de la digitalización y marketing turístico, evidenciada por la ubicuidad de las plataformas en línea (García-López et al., 2021). Sin embargo, la manipulación de imágenes y la exageración de atributos plantean interrogantes acerca de la autenticidad en la representación digital de destinos (Ballina, 2022). La gestión efectiva de la presencia digital se torna, por ende, crítica para la competitividad global de un destino, siendo necesario abordar desafíos como la propagación de información engañosa en línea.

En definitiva, la conjunción de tecnologías como el turismo inteligente y la realidad virtual redefine las dinámicas turísticas, ofreciendo oportunidades para la innovación. No obstante, este progreso tecnológico plantea dilemas éticos y desafíos prácticos que requieren atención exhaustiva en el ámbito científico para asegurar que el avance tecnológico contribuya positivamente a la experiencia del turista y al desarrollo sostenible de los destinos.

### ***Industria Turística y Gestión de la información:***

Afsahhosseini y Al-Mulla (2023), argumentan que la industria turística ha experimentado notables cambios impulsados por avances tecnológicos como las Tecnologías de la Información y Comunicación (ICT), Big Data, Blockchain, Machine Learning, Internet de las Cosas (IoT), Metaverso y Deep Learning. En este escenario, la gestión de la información se erige como un elemento esencial para el éxito operativo, permitiendo la personalización de experiencias y optimizando procesos, particularmente evidente en actores clave como agencias de viajes en línea y plataformas de reservas (Phua, 2020).

A pesar de los beneficios del Big Data en la toma de decisiones, surge un contraargumento significativo relacionado con las crecientes preocupaciones sobre la privacidad de los datos (Markard et al., 2023).

La predisposición de los consumidores a adoptar tecnologías emergentes, como la realidad virtual, continúa impulsando la evolución del sector, fundamentada en la búsqueda de experiencias más cómodas y accesibles (Crick, 2022).

La integración de tecnologías como Blockchain y Machine Learning fortalece la seguridad y la capacidad predictiva en la industria turística (Nieves-Pavón et al., 2023). No obstante, también se plantean inquietudes sobre posibles desigualdades digitales asociadas a la rápida adopción de estas innovaciones (Butler et al., 2022). La interconexión de IoT, Metaverso y Deep Learning contribuye a mejorar la eficiencia en toda la cadena de valor (Baiocco et al., 2023). Stokłosa et al. (2022) cuestionan la dependencia excesiva de estas tecnologías y su potencial impacto en la autenticidad de la experiencia humana.

La eficiencia, personalización y anticipación de necesidades definen la nueva era en la industria turística. No obstante, se enfatiza la necesidad de abordar críticamente los riesgos y desafíos asociados a estas tecnologías emergentes para garantizar un desarrollo sostenible y ético en la gestión de la información en el sector.

### ***Hospitalidad y atención al cliente a través de la tecnología***

En el ámbito actual de la hospitalidad y la atención al cliente, la tecnología desempeña un papel vital al redefinir las interacciones y establecer nuevos estándares en la satisfacción del cliente (Kocourková et al., 2023). Las redes sociales, al proporcionar una conexión inmediata entre proveedores y clientes, influyen significativamente en la percepción de la hospitalidad (Gómez-Trigueros y Bustamante, 2023), Verma et al., 2023 expresan preocupación sobre una posible desconexión interpersonal derivada de esta omnipresencia digital.

En el terreno del patrimonio y turismo cultural, la integración efectiva de la tecnología ha mejorado la experiencia del cliente, permitiendo una conexión más accesible con la historia y la cultura (Guaita et al.,

2022) . Sin embargo, esta fusión podría comprometer la autenticidad de las experiencias culturales, sugiriendo que la conexión directa con el patrimonio podría perderse en medio de la presencia constante de pantallas digitales (Lin et al., 2020).

El Internet de las cosas, al personalizar servicios mediante dispositivos conectados y datos en tiempo real, ha mejorado la anticipación de las necesidades individuales de los clientes (Patrono et al., 2019). También se plantean inquietudes sobre la privacidad y seguridad de los datos, cuestionando la confianza depositada en el entorno digital (Lee y Jan, 2022).

La relación entre la satisfacción y la confianza del cliente se refleja en la entrega de servicios personalizados, demostrando la influencia positiva de la tecnología en la construcción de relaciones duraderas (Berdibekova et al., 2022). Sin embargo, se reconoce que la tecnología no es una solución universal, y su uso excesivo puede tener consecuencias contraproducentes. En este entorno dinámico, se destaca la importancia de una adaptación equilibrada y consciente para mantener la excelencia en el servicio, reconociendo tanto los beneficios como las limitaciones de la tecnología en la atención al cliente.

## **Conclusiones**

La evolución del turismo, impulsada por las TIC, ha generado una transformación integral en la experiencia de viaje. Desde la fase de planificación hasta los servicios de post venta, la interconexión entre turismo y tecnología ofrece oportunidades significativas para la innovación, aunque también plantea desafíos éticos y prácticos que requieren atención cuidadosa. La sostenibilidad, tanto en el ámbito ambiental o cultural, se ha convertido en un pilar central, respaldado por la adopción de tecnologías destinadas a mitigar el impacto negativo del turismo.

Abordando desafíos y oportunidades, la investigación cuantitativa y la revisión bibliográfica son instrumentos clave para comprender las

tendencias emergentes y abordar lagunas en la relación entre turismo y tecnología. La colaboración entre sectores y la consideración consciente de la tecnología son esenciales para garantizar un desarrollo sostenible y ético en la industria turística.

En cuanto a las limitaciones, la investigación se enfoca en la influencia de las TIC en el turismo desde una perspectiva general, limitando la representación de variaciones geográficas específicas en la adopción y adaptación tecnológica en distintas regiones del mundo. La brecha digital y la desigualdad en el acceso a tecnologías emergentes pueden haber influido en la percepción de la experiencia turística, introduciendo sesgos en la investigación. Dada la rápida evolución tecnológica, algunas conclusiones y tendencias identificadas podrían volverse obsoletas en un corto período de tiempo, requiriendo actualizaciones constantes. La disponibilidad y accesibilidad de datos específicos para ciertos aspectos de la investigación, como la relación entre tecnología y sostenibilidad, podrían haber sido limitadas, afectando la exhaustividad de los hallazgos.

En cuanto a las recomendaciones, se sugiere llevar a cabo estudios longitudinales que sigan la evolución de la interacción entre turismo y tecnología a lo largo del tiempo, permitiendo una comprensión más profunda de las tendencias emergentes y los cambios en las percepciones. También, realizar análisis detallados de casos específicos en distintas regiones o destinos turísticos para capturar las complejidades geográficas y culturales en la adopción de tecnologías y su impacto en la experiencia turística. Futuras investigaciones pueden centrarse en examinar y proponer soluciones para los desafíos éticos asociados con el uso de tecnologías como inteligencia artificial, realidad virtual y el manejo de datos del turista.

Con respecto a las preguntas para futuras investigaciones, se plantea cómo afectarán tecnologías emergentes como el metaverso a la forma en que los turistas interactúan con los destinos y cómo se gestionan los recursos turísticos. Además, cuáles son las estrategias más efectivas para garantizar la sostenibilidad a largo plazo en el turismo, considerando la rápida evolución tecnológica y los desafíos ambientales. También, cómo se pueden superar

las barreras de inclusión digital y garantizar la equidad en el acceso a las experiencias turísticas mejoradas a través de la tecnología, y qué impacto tendrán las tecnologías emergentes en la creación de nuevos modelos de negocio en la industria turística, y cómo se pueden gestionar de manera ética y sostenible.

### **Conflicto de intereses / Competing interests**

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses.

### **Referencias**

- Afsahhosseini, F. y Al-Mulla, Y. (2023). Smart, hybrid and context-aware POI mobile recommender system in tourism in Oman. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 13(4), 927–951. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-08-2021-0148>
- ALmasoodi, M., Rahman, S., Basendwah, M. y ALfarra, A. (2023). Leveraging Digital Transformation to Enhance Quality Tourism Services in Babylon City, Iraq. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(10), 3195–3211. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.181020>
- Aranibar-Ramos, E., Ríos-Vera, K. y Zanabria-Cabrera, L. (2023). Educación financiera desde un enfoque cuantitativo y revisión sistemática de literatura: aproximaciones recientes y tendencias. *Quipukamayoc*, 31(65), 85–98. <https://doi.org/10.15381/quipu.v31i65.25005>
- Aranibar, E. (2023). Cuantimetría: Actividad Científica de las universidades públicas del sur del Perú en Scopus. *Revista Conrado*. 19(91), 95–108. <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v19n91/1990-8644-rc-19-91-95.pdf>
- Baiocco, S., Leoni, L. y Paniccia, P. (2023). Entrepreneurship for sustainable development: co-evolutionary evidence from the tourism sector. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 30(7), 1521–1546. <https://doi.org/10.1108/JSBED-01-2023-0003>
- Balcilar, M., Usman, O. y Özkan, O. (2024). Tourism development and

- US energy security risks: a KRLS machine learning approach. *Current Issues in Tourism*, 27(1), 37-44. <https://doi.org/10.1080/13683500.2023.2245109>
- Ballina, F. (2022). Smart concept in rural tourism: a comparison between two phases (2016-2019). *Revista de Economía e Sociología Rural*, 60(1). <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.234629>
- Berdibekova, A., Sadykova, G., Alpeissova, S., Parimbekova, L. y Zhanabayeva, Z. (2022). Prospects for the Formation of a Smart Destination as a Determining Factor in the Modernization of Urban Infrastructure and a Means of Sustainable Urban Tourism Development in Kazakhstan. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 13(8), 2222–2229. [https://doi.org/10.14505/jemt.13.8\(64\).14](https://doi.org/10.14505/jemt.13.8(64).14)
- Bondarenko V., Efremenko I. y Larionov V. (2019). Marketing strategy for hotel and tourist complex companies. *International Journal of Economics and Business Administration*, 7, 388–394. <https://doi.org/10.35808/ijeba/283>
- Butler, L., Yigitcanlar, T., Paz, A. y Areed, W. (2022). How can smart mobility bridge the first/last mile gap? Empirical evidence on public attitudes from Australia. *Journal of Transport Geography*, 104, 103452. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103452>
- Chu, C. (2023). Deep resource allocation for a massively multiplayer online finance of tourism gamification in metaverse. *Information Technology & Tourism*, 25(4), 565–583. <https://doi.org/10.1007/s40558-023-00267-8>
- Crick, A. (2022). What innovations would enable the tourism and hospitality industry in the Caribbean to re-build? *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 14(6), 534–540. <https://doi.org/10.1108/WHAT-05-2022-0060>
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://www.jstor.org/stable/249008?origin=JSTOR-pdf>
- Ferentinos, K., Stavrakas, Y., Nakos, H., Pristouris, K. y Barda, M. (2020). Initial Design and Features of an Augmented Reality System for Urban Park Touring and Management. *International Journal of*

- Computer Theory and Engineering*, 12(5), 106–112. <https://doi.org/10.7763/IJCTE.2020.V12.1273>
- García-López, E., García-Cabot, A., De-Marcos, L. y Moreira-Teixeira, A. (2021). An Experiment to Discover Usability Guidelines for Designing Mobile Tourist Apps. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2021/2824632>
- Glaveli, N., Alexiou, M., Maragos, A., Daskalopoulou, A. y Voulgari, V. (2023). Assessing the Maturity of Sustainable Business Model and Strategy Reporting under the CSRD Shadow. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(10), 445. <https://doi.org/10.3390/jrfm16100445>
- Gómez-Trigueros, I. y Bustamante, C. (2023). Nuevas perspectivas en la formación del profesorado en competencias digitales. *Bordón - Revista de Pedagogía*, 75(4), 11–30. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2023.100532>
- Gössling, S. (2020). Technology, ICT and tourism: From big data to the big picture. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(5), 849–858. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1865387>
- Guaita, J., Serdeira, P., Martín, J. y Puertas, R. (2022). Key factors in tourism management to improve competitiveness in Latin America [Factores clave en la gestión turística para mejorar la competitividad en América Latina]. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 35(2), 131–147. <https://doi.org/10.1108/ARLA-07-2021-0131>
- Han, D., Tom, M. y Jung, T. (2019). Augmented Reality Smart Glasses (ARSG) visitor adoption in cultural tourism. *Leisure Studies*, 38(5), 618–633. <https://doi.org/10.1080/02614367.2019.1604790>
- Ivars-Baidal, J., Celdrán-Bernabeu, M., Mazón, J.-N. y Perles-Ivars, Á. (2019). Smart destinations and the evolution of ICTs: A new scenario for destination management? *Current Issues in Tourism*, 22(13), 1581–1600. <https://doi.org/10.1080/13683500.2017.1388771>
- Janik, A., Ryszko, A. y Szafraniec, M. (2020). Scientific Landscape of Smart and Sustainable Cities Literature: A Bibliometric Analysis.

- Sustainability*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030779>
- Kleftodimos, A., Evagelou, A., Gkoutzios, S., Matsiola, M., Vrigkas, M., Yannacopoulou, A., Triantafillidou, A. y Lappas, G. (2023). Creating Location-Based Augmented Reality Games and Immersive Experiences for Touristic Destination Marketing and Education. *Computers*, 12(11), 227. <https://doi.org/10.3390/computers12110227>
- Kocourková, J., Šťastná, A. y Burcin, B. (2023). The influence of the increasing use of assisted reproduction technologies on the recent growth in fertility in Czechia. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37071-7>
- Kuo, T., Huang, K., Quyet, T., y Hung, P. (2019). Adoption of mobile applications for identifying tourism destinations by travellers: an integrative approach. *Journal of Business Economics and Management*, 20(5), 860–877. <https://doi.org/10.3846/jbem.2019.10448>
- Lee, T. y Jan, F. (2022). Development and Validation of the Smart Tourism Experience Scale. *Sustainability*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/su142416421>
- Li, H. e Ito, H. (2023). Visitor's experience evaluation of applied projection mapping technology at cultural heritage and tourism sites: the case of China Tangcheng. *Heritage Science*, 11(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40494-023-00898-4>
- Liberato, P., Alen, E. y Liberato, D. (2018). Smart tourism destination triggers consumer experience: The case of Porto. *European Journal of Management and Business Economics*, 27(1), 6-25. <https://doi.org/10.1108/EJMBE-11-2017-0051>
- Lin, S., Juan, P. y Lin, S. (2020). A TAM Framework to Evaluate the Effect of Smartphone Application on Tourism Information Search Behavior of Foreign Independent Travelers. *Sustainability*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/su12229366>
- Markard, J., Wells, P., Yap, X. y van Lente, H. (2023). Unsustainabilities: A study on SUVs and Space Tourism and a research agenda for transition studies. *Energy Research & Social Science*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103302>
- Mendes, B. de C. (2022). The systemic perspective in the study of tourism



- [La perspectiva sistémica en el estudio del turismo] [A perspectiva sistémica no estudo do turismo]. *Brazilian Journal of Tourism Research*, 16, Article e-2615. <https://doi.org/10.7784/rbtur.v16.2615>
- Miranda, J., (2015). El Modelo de las Capacidades Dinámicas en las Organizaciones. *Investigación Administrativa*, 44(116), 81-93. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456044959005>
- Naveed, M., Islam, M., Usman, M., Kamal, M. y Khan, M. (2023). Demystifying the association between economic development, transportation, tourism, renewable energy, and ecological footprint in Bay of Bengal Initiative for Multi-Sectoral Technical and Economic Cooperation region during globalization mode. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(57), 120137–120154. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30706-2>
- Navio-Marco, J., Ruiz-Gómez, L. y Sevilla-Sevilla, C. (2019). Progress in wireless technologies in hospitality and tourism. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 10(4), 587-599. <https://doi.org/10.1108/JHTT-07-2018-0061>
- Ndaguba, E. y van Zyl, C. (2023). Exploring bibliometric evidence of Airbnb's influence on urban destinations: emotional solidarity, Airbnb supply, moral economy and digital future. *International Journal of Tourism Cities*, 9(4), 894–922. <https://doi.org/10.1108/IJTC-03-2023-0056>
- Nieves-Pavón, S., López-Mosquera, N. y Jiménez-Naranjo, H. (2023). The factors influencing STD through SOR theory. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103533>
- Palmer, C. (2023). Virtual Dwelling and the Phenomenology of Experience: Museum Encounters between Self and World. *Humanities*, 12(6), 148. <https://doi.org/10.3390/h12060148>
- Patrono, L., Podo, L. y Rametta, P. (2019). An Innovative Face Emotion Recognition-based Platform by using a Mobile Device as a Virtual Tour. *Journal of Communications Software and Systems*, 15(2). <https://doi.org/10.24138/jcomss.v15i2.675>
- Phua, V. (2020). The Use of Hornet and 'Multi-Apping' in Turkey.

- Sexuality & Culture*, 24(5), 1376–1386. <https://doi.org/10.1007/s12119-019-09687-3>
- Qamruzzaman, M. (2023). Clean energy-led tourism development in Malaysia: Do environmental degradation, FDI, Education and ICT matter? *Heliyon*, 9(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21779>
- Rahmadian, E., Feitosa, D. y Virantina, Y. (2023). Digital twins, big data governance, and sustainable tourism. *Ethics and Information Technology*, 25(4). <https://doi.org/10.1007/s10676-023-09730-w>
- Rasheed, R., Kamsin, A. y Abdullah, N. (2020). Challenges in the online component of blended learning: A systematic review. *Computers & Education*, 144, 103701. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103701>
- Richard, G., Joseph, A., Elikem, K. y Edem, B. (2023). Technology Integration in Technical and Vocational Education and Training (TVET): The Role of the Art Teacher. *Journal of Technical Education and Training*, 15(4). <https://doi.org/10.30880/jtet.2023.15.04.007>
- Ritchie, B. y Jiang, Y. (2019). A review of research on tourism risk, crisis and disaster management: Launching the annals of tourism research curated collection on tourism risk, crisis and disaster management. *Annals of Tourism Research*, 79, Article 102812. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.102812>
- Rogers, E. (1962). *Diffusion of Innovations*. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-21742-6\\_115](https://doi.org/10.1007/978-3-658-21742-6_115)
- Santos, A., Reis, A., Souza, C, de, Santos, I. Ferreira, L. y Senna, P. (2023). Measuring the current state-of-the-art in lean healthcare literature from the lenses of bibliometric indicators. *Benchmarking: An International Journal*, 30(9), 3508–3533. <https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2021-0580>
- Shah, M., Khan, Z., Moise, M. y Abbas, S. (2022). Tourism adaptability amid the climate change and air pollution in BRICS: a method of moments quantile regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(57), 86744–86758. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21725-6>

- Steele, R. (2022). Iran's golden age of tourism: The development of the travel industry in the late Pahlavi period (c. 1960-1979). *Journal of Tourism History*, 14(3), 239-262. <https://doi.org/10.1080/1755182X.2022.2127928>
- Stokłosa, Ł., Szpara, K. y Wójcik, J. (2022). How to teach sustainable tourism development: The ICT4STD project. *Turyzm/Tourism*, 32(2), 127–143. <https://doi.org/10.18778/0867-5856.32.2.07>
- Teece, D., Pisano, G. y Shuen, A. (1998). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18, 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7%3C509::AID-SMJ882%3E3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7%3C509::AID-SMJ882%3E3.0.CO;2-Z)
- Verma, S., Sachdeva, M. y Bajpai, A. (2023). To Compare the Perspectives of Teacher Educators and Pupil Teachers for Infrastructure in Teacher's Training Colleges. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(19). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i19.6675>
- Wu, Y., Xu, A., Wang, C. y Shi, Y. (2023). Spatial and temporal evolution and influencing factors of tourism eco-efficiency in Fujian province under the target of carbon peak. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50468-8>
- Yong, L., Rivas, L. y Chaparro, J. (2010). Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. *Innovar*, 20(36), 187-203. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-50512010000100014&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512010000100014&lng=en&tlng=es).
- Yuan, Z., Xu, F., Yin, Y., Yin, J. y Zheng, Y. (2023). Screening and identification: Evaluating the transformation suitability of rural complexes through industrial resource potential in Changsha, China. *Habitat International*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102948>
- Zeng, H., Wang, C., Chen, J., Tang, D. y Xu, A. (2023). Pathways to tourism industry ecologization: A technology-organization-environment configuration framework. *Ecological Indicators*, 156, 111119. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111119>

