ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.761

Hybrid system architecture model for the generation of 360° VR virtual tours for education, marketing, and tourism

Luis Alfaro[1]; Claudia Rivera[2]; J. Luna-Urquizo[3]; Lucy Delgado[4]; Elisa Castañeda[5];
[1,2,3,4,5] *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, casas*@unsa.edu.pe, criverac@unsa.edu.pe, jlunau@unsa.edu.pe, josealfarom@hotmail.com, ldelgado@unsa.edu.pe, elisac@unsa.edu.pe

Abstract– ***Experience is the main component of experiential marketing, guiding consumers to actively participate and respond in the purchasing process. When associated with the emerging technology of 360° VR videos, it offers significant opportunities for users and organizations. The methodology used consists of 5 phases: user test characterization, establishment of the theoretical framework, design and implementation, and evaluation of functional tests and system effectiveness. The model allows for the visualization of tourist areas and hotel environments in 360° VR, using convolutional neural networks for the automated labeling of images to compose tours based on recommendations from the Case-Based Reasoning (CBR) subsystem. Functionality tests for the division components, image labeling, and tour composition, according to user profiles recommended by CBR, were satisfactory. The evaluation of system effectiveness with self-reported tests of 360° VR visualizations compared to 2D images from a hotel website was also positive. The model can contribute to improving reservation intent and brand image because immersive experiences can trigger effects in affective, attitudinal/behavioral, and cognitive dimensions.***

Keywords-- Marketing, digital inclusion, educational technology, ITC, Digital Technologies.

Modelo de arquitectura de sistema híbrido para la generación de visitas virtuales en 360° RV para educación, marketing y turismo

Luis Alfaro[1]; Claudia Rivera[2]; J. Luna-Urquizo[3]; Lucy Delgado[4]; Elisa Castañeda[5];
[1,2,3,4,5] *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, casas*@unsa.edu.pe, criverac@unsa.edu.pe, jlunau@unsa.edu.pe, josealfarom@hotmail.com, ldelgado@unsa.edu.pe, elisac@unsa.edu.pe

Resumen– ***La experiencia es el componente principal del marketing experiencial, para orientar a los consumidores a participar y responder activamente en el proceso de compra, que asociada a la tecnología de videos 360° RV, ofrecen grandes oportunidades para usuarios y empresas. La metodología utilizada tiene 8 fases descritas en la sección de metodología. El modelo permite visualizar zonas turísticas y ambientes de hoteles en 360° RV, utilizando redes neuronales convolucionales para el etiquetado automático de imágenes y composición de tours, basados en recomendaciones del módulo de razonamiento basado en casos (RBC). Las pruebas de funcionalidad de los componentes de división, etiquetado de imágenes y composición de tours, según los perfiles de usuario recomendados por el RBC, fueron satisfactorias así como la evaluación de la efectividad del sistema con tests auto reportados de visualizaciones en 360° RV, comparados con imágenes 2D de la web de un hotel. El modelo puede contribuir en mejorar la intención de reserva y la imagen de marca, por que las experiencias inmersivas, pueden desencadenar efectos en dimensiones afectivas, actitudinales/conductuales y cognitivas.***

Palabras clave-- marketing, inclusión digital, tecnología educativa, TIC, tecnologías digitales.

I. Introducción

Las interacciones humanas que se involucran en marketing y ventas, han sido fundamentales para el fomento de las conexiones con los clientes. Estas interacciones generan un mayor valor dentro del ámbito de los negocios.

El marketing experiencial, está enfocado a la generación de experiencias enriquecedoras para los clientes, mediante la comunicación de acciones de marketing enfocadas en los sentidos de los consumidores, para influir en sus decisiones y preferencias respecto a marcas, productos o servicios. Según Alagoz y Ekici [1], “el componente principal del marketing experiencial es la experiencia, para orientar a los consumidores a participar y responder activamente en el proceso de compra, haciendo que sus experiencias involucren diversas percepciones y sensaciones”. El interés por comprender la experiencia que el marketing sensorial genera en los consumidores es creciente [2], en especial las que generan las experiencias directas de fenómenos y eventos con baja mediación computacional, simbólica, o lingüística, derivadas de la inmersión en ambientes de realidad virtual (RV). Estas aplicaciones ofrecen una amplia gama de experiencias en función de los bloques tecnológicos subyacentes, las interfaces disponibles y los dispositivos usados para interactuar en los entornos virtuales.

La RV consiste en utilizar un entorno 3D generado por computadora, donde los usuarios interactúan y navegan, dando como resultado una simulación en tiempo real, que se puede percibir por los "cinco sentidos”. En [3] se establecen los elementos de la RV como: la inmersión sensorial, interacción implícita y simulación. La RV es asociada a un mundo tridimensional en que los usuarios interactúan con el entorno virtual, en el que construyen diferentes tipos de conocimiento, que puede incluir experiencias que pueden no encontrarse en el mundo real, tales como los conceptos de "Dimensión", "Transducción" y "Reificación" [4], y que pueden tener un enorme potencial en educación, marketing y publicidad. La RV también puede utilizar avatares que interactúan entre sí y con otros elementos del mundo virtual [5].

La utilización de 360° RV en actividades turísticas, está orientada a la visualización de los contenidos capturados en entorno turísticos u hoteleros reales, los que pueden presentarse en ordenadores o dispositivos móviles, pudiendo utilizar los Head Mounted Display (HMD), que generan estímulos visuales y sensoriales durante la inmersión y pueden constituirse en experiencias, que contribuyan con la intensión de reserva. Estas experiencias pueden contribuir con las actividades de usuario, en la planificación, administración, comercialización, intercambio de información y diversas actividades en torno a su viaje [6].

Una red neuronal involucra la fase de entrenamiento, en la que los parámetros de la red se estiman a partir del conjunto de datos de entrenamiento, y un paso de prueba, en la que se aplica la red entrenada para predecir las clases de los nuevos datos de entrada [7]. En este trabajo se utiliza la red neuronal convolucional (CNN), con un enfoque de aprendizaje supervisado que dispone de una serie de capas ocultas especializadas en el procesamiento e identificación, las primeras pueden detectar líneas y polígonos, mientras las siguientes pueden reconocer figuras complejas, como rostros o siluetas. Este modelo toma como entrada las dimensiones de las imágenes y los colores, que se representa como el canal.

El RBC es una técnica de Inteligencia Artificial (IA), utilizada para solucionar problemas de aprendizaje, identificación, razonamiento, tratamiento de fallas o apoyo a las decisiones, cuya capacidad de resolución de problemas se basa en experiencias previas. Reutiliza el conocimiento, para lo que considera experiencias y soluciones de casos anteriores

similares, para resolver problemas almacenados previamente. Según [8], los casos similares son soluciones que fueron almacenadas en un case base y son utilizados para solucionar un nuevo problema. La nueva solución puede ser almacenada en el Case-Base para mejorar la calidad de las soluciones. El CBR tiene cuatro etapas: recuperar, reutilizar, revisar y retener [9]. La Fig. 1 muestra la arquitectura de un sistema CBR.

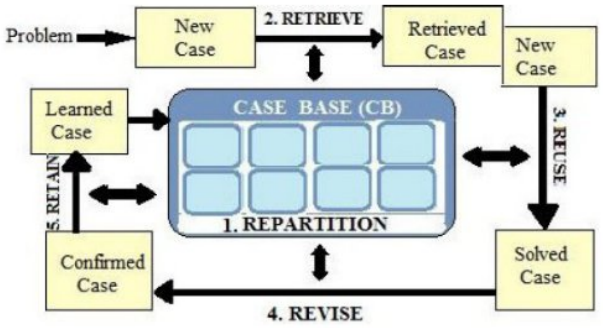

Fig. 1. Ciclo CBR del modelo r5, Fuente: [8].

El modelo de arquitectura híbrida para la generación de tours en 360° RV, está orientado a educación, turismo y hotelería, considerando que la RV, emplea entornos virtuales que permiten a los usuarios moverse libremente dentro del espacio virtual, mientras que la 360° RV, ofrece experiencias esférico/panorámicas [10], además de que varios estudios indican que mejora la percepción y sensación de presencia. Luego de procesar el data set de videos de 360°, se desarrolló una CNN, con una estructura de soporte al tratamiento de datos, para el proceso de extracción de características, clasificación y salida de las imágenes, que son utilizados para la composición de tours virtuales. Además, se explora la generación dinámica de tours 360° RV adaptativos utilizando RBC, de acuerdo a experiencias pasadas y a los perfiles y requerimientos del usuario.

La exploración y comparación con los resultados obtenidos en algunos trabajos relacionados, en discutida a seguir:

En Sukardani et al. [11], manifiestan que pese a que desarrollaron objetos turísticos cumpliendo con los elementos conceptuales del diseño de un recorrido virtual, aún se requiere desarrollar un concepto integral en cuanto a la grabación técnica, la presentación de la información técnica y los detalles de cada objeto. Manifestando que, en definitiva, el objetivo de ofrecer un recorrido alternativo no es solo hacerlo con moderación, sino que en el futuro pueda existir como una forma de imaginación real capaz de satisfacer las expectativas de los visitantes de los recorridos virtuales.

Taylor et al. [12], establecieron un enorme potencial para las visitas virtuales (RV), ya que mejoran la comprensión y la comunicación entre las partes interesadas. Las visualizaciones RV fueron muy valoradas y resultaron eficaces como herramientas de aprendizaje. La visita mejoró la comprensión en todos los que intervinieron en el estudio y la mayor mejora se produjo en grupos con menor familiaridad con el tema.

En Stappung et al. [13], reportan las principales contribuciones de su investigación que incluyen: (1) el proceso y conocimiento adquirido, incluyendo las recomendaciones para el desarrollo de recorridos o experiencias 360, combinando elementos dinámicos y estacionarios en 360 en una experiencia virtual; (2) los resultados de un estudio exploratorio, que evalúa la experiencia 360 correlacionando el atractivo de la experiencia con la intención de visitar el lugar, entre otras variables involucradas en la caracterización de la experiencia 360°.

Es necesario destacar que se requiere una mayor investigación para mejorar la experiencia del usuario, para lo que se debe desarrollar un concepto integral para la grabación, presentación de información y los detalles técnicos de cada objeto, con la finalidad de contribuir con el desarrollo de este tipo de aplicaciones. En este trabajo se propone un modelo de sistema adaptativo, que responde a los perfiles e interés del usuario, que son proporcionado por el RBC.

Este trabajo incluye las siguientes secciones: en la sección 2, se enfoca en la metodología. En la sección 3 se desarrolla el análisis de resultados. En la sección 4, se realiza la discusión de resultados. En la sección 5, se establecen las conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros.

II. METODOLOGÍA

La propuesta se desarrolló en 7 fases, tal como se muestra en la Fig. 2, las cuales son:

1) Identificación de requisitos y obtención de información de experiencias de usuarios a partir de intervenciones a ejecutivos y colaboradores de hoteles.

2) Análisis de experiencia de usuarios

3) Mapeo de experiencias con especialistas en gestión y marketing.

4) Capturar imágenes y videos 360° de ambientes del hotel, entorno, así como la búsqueda y selección de videos.

5) Diseño de prototipos de aplicación inmersiva, incluyendo la automatización del proceso de división y composición de videos 360° de ambientes reales, para la composición de tours personalizados para turismo y hoteleria en ambientes de metaverso, mediante CNN y RBC.

6) Implementación de una capa de visualización inmersiva con Unity, para cascos nmersivos de RV.

7) Implementación del RBC y una API REST.

Para las pruebas se estableció el marco teórico del marketing experiencial, la RV inmersiva, videos 360° RV, CNN y RBC, el diseño y desarrollo de software y los criterios requeridos para las pruebas de funcionalidad del modelo, desde la perspectiva de las experiencias en las dimensiones: cognitiva, sensorial, actitudinal, afectiva y conductual.

Para establecer el estado de arte se utilizó el método PRISMA, para la revisión sistemática de la literatura (RSL) y el meta-análisis de los temas de interés. Se identificaron palabras clave para construir la cadena de búsqueda, aplicadas a las bases de datos: Web of Science, Scopus, ScienceDirect e IEEE Xplore. Se incluyeron artículos de revistas y congresos

publicados en los últimos 20 años. Se eliminaron documentos duplicados y excluyeron los no relevantes para el estudio. Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, fueron retenidos 27 documentos.

Fig. 2. Propuesta de las fases de desarrollo del Trabajo.

A. Propuesta de Modelo

La arquitectura está enfocada en generar estrategias de marketing experiencial y sensorial, para proporcionar diversos estímulos a los usuarios, tratando de lograr un comportamiento de compra activo, a partir de vivencias experienciales agradables y placenteras. En [1], sostienen que la experiencia del cliente es un proceso de construcción multidimensional de características holísticas, que generan respuestas sociales, físicas, cognitivas, afectivas y emocionales. La arquitectura está compuesta por 4 módulos, como se muestra en la Fig. 3.

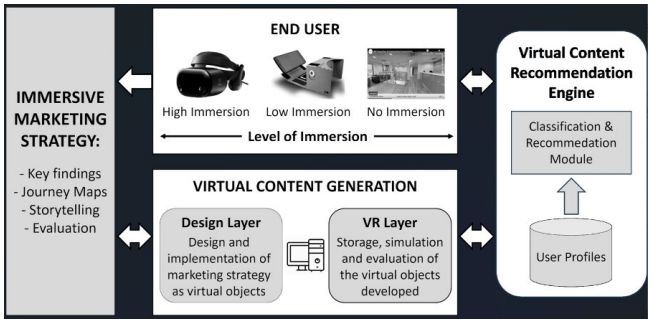

Fig. 3. Arquitectura de software. Fuente: [4].

1) Estrategia de marketing inmersivo: se implementó las estrategias para la generación de contenidos virtuales, estableciendo los tipos experiencias y objetos virtuales, así como la creación de imágenes estáticas, videos 360° RV, textos, etc. En este módulo se incorporan las estrategias enfocadas a los sentidos de la vista y el oído.

2) Generación de contenidos virtuales: establece la estructura para la generación de objetos virtuales e incorpora las herramientas requeridas incluyendo videos 360° RV, que son segmentados y etiquetados para la generación de tours recomendados por el RBC según los perfiles de clientes. Se incluye información adicional sobre danzas, trajes típicos, arte, y otros elementos para acceder a la información mediante interacciones más dinámicas correspondientes a las estrategias de marketing experiencial-sensorial, usando hot points. Los objetos, son mostrados en la Fig. 4.

Fig. 4. Objetos para acceso dinámico a información adicional a través de hot points: (a) Pintura para acceso a los atractivos de la campiña de Arequipa; (b) Artesanía para acceso a deportes de aventura, como equitación, canotaje, etc.;

(c) Pintura para acceso a la oferta gastronómica; (d) Pintura para acceso a danzas típicas: (e) Pintura para acceso a atractivos turísticos.

El módulo, permite la simulación, evaluación, prueba de contenidos virtuales y almacenamiento de recursos asociados, con la solución de acuerdo a diferentes perfiles y parámetros utilizados por el RBC. Estos recursos son requeridos por los clientes en el proceso de búsqueda de información y exploración de la oferta hotelera, infraestructura, instalaciones, actividades culturales y de ocio, así como el entorno hotelero.

3) Recomendación de contenidos virtuales: enfocado al sistema adaptativo que ejecuta la estrategia de marketing. Permite la navegación inmersiva en 360° RV, en tours personalizados en las instalaciones, servicios y zonas turísticas y hoteleras basándose en los perfiles de clientes, considerando la disponibilidad de dispositivos de inmersión. Los objetos serán presentados dinámicamente a los usuarios según sus demandas, mediante la interfaz mostrada en la Fig. 5.

Fig. 5. Tour virtual.

El desarrollo del mecanismo de inferencia del sistema RBC se describe en detalle en [14], y parte de las imágenes para el proceso de etiquetado, se muestran en la Fig. 6.

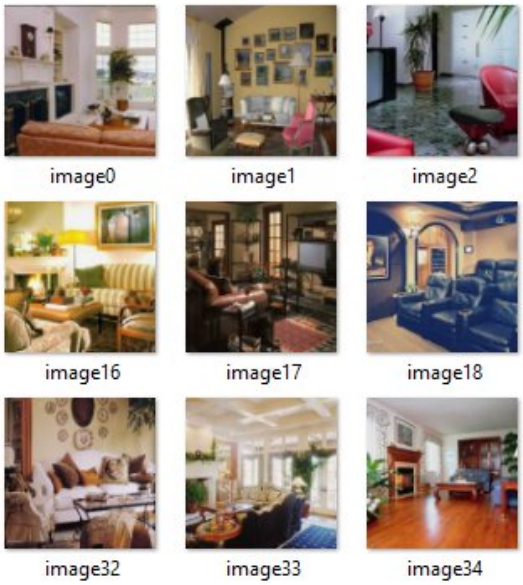

Fig. 6. Imágenes del proceso de etiquetado utilizando CNN.

Cada 'caso' es el resultado de una consulta, para lo que se utiliza un descriptor, que cuenta con un conjunto de atributos recuperados de bases de datos que son utilizadas por empresas hoteleras, como se detalla a seguir y se muestran en la Tabla 1.

- Id: identificador de recomendaciones de rutas.
- Zona: localización del destino turístico u hotel, que podría estar en la ciudad, campo o playa.
- Motivo: puede viajar por trabajo, vacaciones, etc.
- Servicios: imágenes o videos de 360° de los servicios considerados de interés para los recorridos de usuarios.
- Compañía: Un usuario puede viajar con pareja o solo, familiares, amigos, etc.
- Prioridad: descriptor del atributo o característica de importancia al momento de elegir un hotel.

TABLA I
TABLA DE ATRIBUTOS

Atributo	**Peso**
Zona	15%
Motivo	24%
Servicios	17%
Compañía	20%
Prioridad	24%
TOTAL	**100%**

Se establecieron seis (6) parámetros para definir las funcionalidades del buscador, semejantes a los resultados de los casos de búsqueda del RBC:

- Nombre del atributo: utilizado para realizar la búsqueda.
- Valor de búsqueda: Valor del atributo para casos de búsqueda más próximo.
- Ponderaciones: atribuidos al momento de la búsqueda, obtenidas mediante el promedio de opiniones de expertos en turismo, gestión, marketing y usuarios potenciales.
- Términos: representación de la forma de búsqueda para cada atributo, definidos para buscar valores mayores que, menores que, iguales, etc.
- Escalas: representación matemática que puede ser logarítmica, lineal, etc., para buscar las diferencias entre los casos almacenados y el nuevo caso.
- Opciones de búsqueda: método para la devolución de los resultados; fue predeterminada la devolución de los valores más próximos. Los resultados deben ordenarse en orden tal que prioricen los casos más próximos a la ruta base.

Los casos se visualizan a través de la interfaz inmersiva, como recomendaciones que consideran las preferencias del usuario. Si después de la búsqueda, el usuario opta por seguir una ruta recomendada, se crea un nuevo caso, que puede ser almacenado para incrementar los casos contenidos en el case base, permitiendo mejorar la calidad de búsquedas futuras, al obtener casos más próximos a los que el usuario prefiera.

Las búsquedas realizadas por el RBC, utilizan los pesos y escalas definidas para la búsqueda de recomendaciones [15]. Los casos son evaluados individualmente para obtener el valor total (acierto) para cada caso almacenado, estableciéndose la diferencia entre el caso de búsqueda y casos anteriores. Luego de evaluar todos los casos, se obtiene una lista ordenada por similitud, la que se muestra al usuario.

Enfocado en los dispositivos disponibles para la implementación de las estrategias de marketing, cuyas características determinan el grado de inmersión para el usuario. La implementación de la propuesta puede requerir el uso de técnicas como Journey Maps [16], que es un diseño cualitativo enfocado en el usuario para visualizar las acciones, sentimientos, pensamientos o la experiencia de un cliente o huésped. Un Journey Map es una guía para la codificación cuantitativa, que divide el "viaje" en pasos [7] y conceptos narrativos, para lo que se utilizan grabaciones audiovisuales cortas con el objeto de captar la atención del espectador y transmitir la información de forma clara y rápida, para tratar de influir en su toma de decisiones, considerando las emociones y sentimientos, propias del enfoque experiencial y sensorial utilizado.

Por otro lado, la técnica Storydoing [17], consiste en contar una historia congruente con el comportamiento del usuario, de manera que vaya más allá de una simple narración. En este contexto, el storydoing potencia la inmersión del consumidor a través de diversas técnicas digitales dentro del marco omnicanal. El marketing inmersivo puede utilizar el storydoing como fuente de desarrollo, como se destaca en este trabajo. Esta propuesta original de modelo inteligente adaptativo, está enfocada en diversos aspectos del marketing experiencial, técnicas de IA, tecnologías de RV inmersiva, y videos 360°, que forman parte de esta arquitectura de software, que tiene como objetivo contribuir a la promoción de los servicios, instalaciones y entornos hoteleros.

III. Análisis de Datos

A. Resultados de proceso de automatización de proceso de división, composición y etiquetado

Los resultados obtenidos establecen que el proceso se división y posterior automatización de la fase de etiquetado, se mejoró notablemente el tiempo de procesamiento con la aplicación del modelo basado en la CNN previamente entrenada, llegándose a una exactitud mayor a 90%, siendo un resultado admisible.

B. Resultados de proceso CBR

Para la validación del CBR, se utilizó la técnica case library subset test (CLST) [18], seleccionando un subconjunto del case base para evaluar la cuan efectivas son las funciones de adaptación y recuperación del sistema, habiéndose definido los parámetros Result Acceptability Criteria (RAC), con un valor del 15 % y un System Validity Criteria (SVC) con un valor del umbral SVC de 75%.

Para las pruebas de recuperación y adaptación, fueron utilizados un total de 50 casos con la técnica CLST. Luego de realizadas las pruebas, se obtuvo un 100% de aceptación en las pruebas de recuperación, y un 88% en las pruebas de adaptación, por lo que se considera que el modelo RBC propuesto es válido, de acuerdo al parámetro SVC (75%) de las técnicas CLST.

C. Metodología de validación de la efectividad del modelo

Este es un estudio cuyo alcance es exploratorio y descriptivo, con un diseño transversal y no experimental. La investigación es de tipo cuantitativo, y se adaptaron algunos cuestionarios para la obtención de respuestas afectivas, la evaluación de respuestas actitudinales [19] y la evaluación de la carga cognitiva, utilizando la prueba del Índice de carga de tareas NASA (TLX). La obtención de muestras fue aleatoria, incluyendo 203 cuestionarios aplicados a una población joven, compuesta en su mayoría por estudiantes del nivel superior y de posgrado. Para el procesamiento de datos, se utilizó el SPSS. Para el estudio se utilizó la web site de un hotel boutique ubicado en Arequipa - Perú, que incluía imágenes de habitaciones, instalaciones, servicios y del entorno. El caso de prueba de vídeo 360° RV utilizó un HMD, mediante un teléfono inteligente [20], para generar experiencias inmersivas. Los participantes fueron asistidos para usar los dispositivos y dieron su consentimiento verbal para el uso de sus imágenes en el estudio.

El experimento auto reportado, se realizó en diferentes ubicaciones y entornos, en los que los sujetos participaron en experiencias individuales de 5 minutos, pidiéndoseles que imaginaran estar en un escenario de seleccionar un hotel, considerando las motivaciones del estudio y también la ubicación. Se solicitó al comité institucional de ética de la investigación de la universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, la aprobación del protocolo y una constancia de que el estudio no transgrede ningún tipo de Principio Ético. Se solicitó el consentimiento verbal de los participantes, para utilizar sus imágenes para la documentación del estudio. Luego de la experiencia, los participantes respondieron a un cuestionario de Google forms, donde evaluaban aspectos cognitivos, conductuales, afectivos y actitudinales, incluida la información demográfica. La prueba fue completada en 1 mes.

La literatura que trata el comportamiento del consumidor, permite establecer que las respuestas cognitivas, actitudinales y afectivas son importantes para conocer hábitos de consumo, toma de decisiones y predicción del comportamiento.

La validación de resultados de la arquitectura, es realizada a través de las siguientes preguntas:

¿Como comparar las visualizaciones de páginas web con fotografías en relación a vídeos con recorridos adaptativos en 360° RV?, en términos de:

1) ¿Carga cognitiva, que son los esfuerzos del uso de tecnología y tareas vinculadas a las experiencias de usuario?

2) ¿Respuestas conductuales/actitudinales?, y

3) respuestas afectivas?

Es posible que las experiencias en RV, desencadenen experiencias en las dimensiones: cognitiva, sensorial, actitudinal, afectiva y conductual [21].

1) Respuesta cognitiva - CLT: propone un modelo que establece la capacidad limitada para la atención, y proporciona el marco para comprender las visualizaciones con 360° RV. Imágenes visualizadas con 360° RV, podrían implicar una mayor carga cognitiva/perceptiva, que las imágenes

tradicionales, de contenidos y otros objetos en web sites, lo que permite el establecimiento de las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1a: Visualizaciones del hotel con 360° RV, no generaran mayor carga cognitiva, comparadas con las visualizaciones tradicionales de imágenes, contenidos y otros objetos de escenas similares en web sites.

Hipótesis 1b: Visualizaciones del hotel con 360° RV, generaran mayor carga cognitiva, comparadas con visualizaciones tradicionales de imágenes, contenidos y otros objetos escenas similares en web sites.

2) Respuestas afectiva: diversas investigaciones reportan que las experiencias inmersivas en RV, desencadenan diferentes condiciones emocionales, como mayor frecuencia cardíaca, elevación de presión arterial, alteraciones en el ritmo respiratorio [22]. La RV al activar los sentidos, puede desencadenar respuestas afectivas más intensas comparadas con imágenes tradicionales. También puede influir en que se evoquen respuestas afectivas, incluyendo placer, excitación y frustración. En base a lo anterior, se pueden establecer las siguientes hipótesis:

Hipótesis 2a: Las visualizaciones en ambientes 360° RV del hotel, no generaran mayor respuesta afectiva, en comparación con visualizaciones de imágenes tradicionales, contenidos y otros objetos en escenas similares en la web site.

Hipótesis 2b: Las visualizaciones en ambientes 360°RV del hotel, generaran una mayor respuesta afectiva, en comparación con visualizaciones tradicionales de imágenes, contenidos y otros objetos de escenas similares en la web site.

3) Respuestas actitudinales y de comportamiento: la visualización de vídeos 360° RV puede influir en las actitudes y comportamientos de los clientes, siendo necesaria mayor investigación en actividades de turismo y hotelería [23]. En [24] se reportó actitudes positivas, satisfacción y lealtad, luego de participar en experiencias de RV, en el contexto de centros comerciales. Para [25] y [26] la riqueza representacional y presencia, pueden influir en actitudes más positivas de los clientes hacia una marca e intención de compra.

Basándose en el marco tratado, son establecidas las siguientes hipótesis:

Hipótesis 3a: La visualización 360° RV del hotel, no generara mayor actitud positiva, comparada con la visualización tradicional de imágenes, contenidos u otros objetos en escenas similares en la web site.

Hipótesis 3b: la visualización 360° RV del hotel, genera mayor actitud positiva, comparada con la visualización tradicional de imágenes, contenidos y otros objetos en escenas similares en la web site.

Hipótesis 4a: la visualización en ambientes 360° RV del hotel, no generara una mejor actitud, comportamental comparada con la visualización tradicional de imágenes, contenidos y otros objetos en escenas similares en web sites.

Hipótesis 4b: La visualización en ambientes 360° RV del hotel, generara una mejor actitud comportamental, comparada con la visualización tradicional de imágenes, contenidos y otros objetos escenas similares en web sites.

La respuesta afectiva a la visualización fue evaluada utilizando la escala de Placer, Excitación y Dominancia (PAD), validada por diversos estudios que evaluaron las respuestas afectivas. La escala es aplicable a colores y entornos físicos [24]. La intervención con la escala empieza con una afirmación: "Luego de ver las imágenes del hotel, me siento..." seguida de 18 ítems bipolares:

- Adjetivos relativos al placer, por pares: feliz-infeliz, satisfecho-insatisfecho, contento-molesto, alegre-deprimido, esperanzado-desesperanzado, relajado-aburrido
- Adjetivos relativos a la excitación, por pares: estimulado-relajado, excitado-tranquilo, frenético, calmado-nervioso, despierto-somnoliento, excitado - no excitado.
- Adjetivos relativos a la dominancia: controlador-controlado; influyente-influenciado; importante-insignificante; dominante-sumiso; libre de restricciones.

Para evaluar pares bipolares se puede utilizar una escala diferencial semántica compuesta por 7 items, que varía del 1 al 7 [24]. Intenciones conductuales enfocadas a hoteles, fueron evaluadas con una escala de 7 ítems, adaptada de [19], que incluye temas actitudinales como:

- ¿Cuál es la posibilidad de que decidas reservar el hotel?
- ¿Cuan satisfecho estarías con la decisión de hospedarte?
- ¿El hotel coincide con tus expectativas de precio?
- Las preguntas de comportamiento son las siguientes:
- ¿Cuál es la probabilidad de reservar un hotel de este tipo?
- ¿Cuál es la probabilidad de que diga a las demás cosas positivas en relación al hotel?

Uno de los métodos de evaluación de la carga cognitiva de trabajo, es el de NASA TLX, que evalúa de forma subjetiva la carga de trabajo mental, en base a las exigencias cognitivas de la tarea. TLX evalúa seis áreas de la carga de trabajo: demanda mental, demanda física, esfuerzo, demanda temporal, rendimiento y frustración, que son evaluados a través del método de escala diferencial. La fiabilidad y validez del método, fue corroborada por diversos estudios.

La validación de la consistencia de preguntas, fue evaluada utilizando el método alfa de Cronbach, utilizándose para de la encuesta aplicada a ambos grupos, con resultados satisfactorios mostrados en la Tabla 2.

TABLA II
ESTADÍSTICAS DE FIABILIDAD

Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach basado en elementos estandarizados	Número de elementos
.830	.832	10

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis factorial se restringió a los tres componentes utilizados para: (1) la dimensionalidad propuesta por la escala PAD; (2) se desarrollaron variables compuestas basándose en la suma de valores por cada factor. El análisis de componentes principales se utilizó como método de extracción, y el método varimax con Kaiser para la normalización, utilizándose como método de rotación. El valor de corte de la correlación fue 0,5. El análisis factorial fue adecuado, basado en el modelo de

Bartlett. La prueba de esfericidad (p < 0,000), y la prueba KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), que arrojó 0,838.

A. Respuestas de carga cognitiva

Los resultados muestran una demanda mental baja y media baja (18.78), una demanda física baja y media baja (20.78), un ritmo de visualización bajo y medio bajo (18.92), esfuerzo bajo y media baja (19.86), satisfacción con su nivel de desempeño baja y media baja (15.03), sensación de irritabilidad stress y molestia baja y media baja (14.01).

B. Respuestas afectivas

Para la prueba de dimensión afectiva, los resultados relacionados obtenidos en relación a como se sintieron los participantes después de visualizar el video 360° RV, fueron: complacidos o algo complacidos (57%), satisfechos o algo satisfechos (73.6 %), animados o algo animados (59.1), relajado o algo relajado (70%), importante o algo importante (42.5), tranquilo o algo tranquilo (65.3), seguro o algo seguro (60,1), descansado o algo descansado (54.4) y cómodo o algo cómodo (64.8), fueron significativamente mayores frente a las respuestas de indiferentes para todas las preguntas. El promedio de respuestas para indiferentes para todas las preguntas fue significativamente menor (28.87); así como para las respuestas de algo infeliz e infeliz (3.6), molesto o algo molesto (22.3), insatisfecho o algo insatisfecho (4.7), aburrido o algo aburrido (18.2), tenso o algo tenso (7.7), insignificante o algo insignificante (20.8), intranquilo o algo intranquilo (5.2), inseguro o algo inseguro (16.6), cansado o algo cansado (9.3) e incómodo o algo incomodo (8.8).

En la dimensión de actitud y comportamiento, los resultados obtenidos en relación a las preguntas de cómo se sintieron los participantes: satisfechos o muy satisfechos (14%), indiferentes (23%) y una mayoritaria cantidad de respuestas de insatisfechos (52.1%); frente a la pregunta si el hotel visto está acorde a su precio, las respuestas fueron muy de acuerdo y de acuerdo (15.5), frente a un alto número de indiferentes (38.8) y muy en desacuerdo y en desacuerdo (47.9); frente a la pregunta con que probabilidad reservaría un hotel así, muy probable y extremadamente probable (19.7), algo probable (38.9), frente a para nada probable y no muy probable (41.4), con respecto a la pregunta Con que probabilidad diría cosas positivas del hotel a otras personas, Muy probable y extremadamente probable (14), algo probable (35.8), para nada probable y no muy probable (50.2).

C. Discusión e implicancias

Los resultados obtenidos luego de visualizar el video 360° RV, permiten establecer lo siguiente:

1) La prueba de la dimensión cognitiva, presentó una baja carga cognitiva, facilitando el procesamiento de la información, es decir un mejor almacenamiento, codificación, y recuperación de la información, influenciando de manera positiva en la atención y comportamiento del cliente.

2) La prueba de dimensión afectiva, encontró que se provocaron respuestas afectivas más fuertes.

3) La prueba de la dimensión de actitud y comportamiento, evidenció que hubo actitudes positivas e intenciones de reserva. Los niveles de respuestas bajas pueden tener su origen en la calidad del video, que pudo no haber incluido el atractivo visual del hotel. También puede deberse a que el hotel seleccionado no sea de interés del público objetivo, por la faja etaria, estilo de vida, ocupación, condición económica y falta de experiencia de los usuarios. Otro aspecto importante puede ser los tiempos de respuesta del sistema durante la experiencia, derivados del tiempo requerido para el procesamiento de la composición del tour.

IV. Conclusiones

Se propuso y desarrollo un Modelo de arquitectura de sistema híbrido de generación de tours virtuales en 360° RV para educación, marketing y turismo, basado en 360° RV, con la finalidad de utilizarlos en educación y la promoción de turismo y hotelería.

Los resultados obtenidos, permitieron establecer que, en el proceso de división y posterior automatización de la fase de etiquetado, hubo una mejora notable en el tiempo de proceso con la aplicación del modelo utilizando la CNN, que fue previamente entrenada.

Para las pruebas de recuperación y adaptación del módulo RBC, fueron utilizados 50 casos, y se aplicó la técnica CLST. Después de realizadas las pruebas, se obtuvo para las de aceptación un 100% y en las de adaptación, un 88%, estableciéndose la validez del modelo CBR propuesto, considerando el parámetro SVC (75%) de la técnica CLST.

Para validar la efectividad del modelo, se evaluaron visualizaciones RV adaptativas de 360° y se compararon con visualizaciones 2D en los sitios web, los cuales pueden desencadenar experiencias en las dimensiones cognitiva, afectiva y actitudinal, que se evaluaron en este estudio.

Los resultados del estudio sugieren que la visualización de videos 360° RV muestran diferencias en comparación con imágenes 2D tradicionales, pero sólo en algunas dimensiones. Las pruebas de la dimensión cognitiva presentó baja carga cognitiva, facilitando el procesamiento de la información. Las pruebas de la dimensión afectiva, provocó respuestas afectivas más fuertes, y las pruebas de la dimensión de actitud y comportamiento, fueron evidentes actitudes positivas e intenciones de reserva.

Los resultados indican que para los usuarios de 360° RV, la complejidad de los detalles visuales producen diversos impactos en la carga cognitiva, el rendimiento y el desempeño de habilidades durante la visita. Algunos niveles bajos de respuesta pueden deberse a la calidad del video. También es posible que el hotel seleccionado no sea de interés para el público objetivo debido a edad, ocupación, estilo de vida, situación económica y falta de experiencia de los usuarios. Otro aspecto a considerar podrían ser los tiempos de respuesta del sistema al momento de realizar la experiencia, los cuales pueden resultar de la composición del recorrido.

Agradecimiento/Reconocimiento

A la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, por el soporte durante la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

[1] S. B. Alagöz, and N. Ekici, "Experiential Marketing and Vacation Experience: The Sample of Turkish Airlines*," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 150, pp. 500–510, 2014. doi:10.1016/J.SBSPRO.2014.09.065

[2] J. C. Sailema Altamirano, J. C. Vargas Lizano. and R P. Medina Chicaiza, "Análisis bibliométrico y contextual de la producción científica del marketing sensorial," *Religación*, vol. 7, no. 31, pp. e210883–e210883, 2022. doi:10.46652/RGN.V7I31.883

[3] A. M. Gutiérrez, F. Vexo, and D. Thalmann, "Stepping into virtual reality," in Stepping into Virtual Reality, Springer, 2008. doi:10.1007/978-1-84800-117-6

[4] L. Alfaro, C. Rivera, J. Luna-Urquizo, S. Alfaro, and F. Fialho, "Virtual Reality Full Immersion Techniques for Enhancing Workers Performance, 20 years Later: A Review and a Reformulation," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 10, no. 10, pp. 500–510, 2019. doi:10.14569/IJACSA.2019.0101066

[5] L. Alfaro, C. Rivera, J. Luna-Urquizo, E. Castañeda, J. Zuñiga-Cueva, and M. Urquizo-Abril, "The New Trends and Applications in E-Learning Environments and E-Technologies," in Methodologies and Use Cases on Extended Reality for Training and Education, A. Correia and V. Viegas, Eds.: IGI Global, 2022, pp. 269–299.

[6] I. P. Tussyadiah, D. Wang, T. H. Jung, and M. C. Tom Dieck, "Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism," *Tourism Management*, vol. 66, pp. 140–154, 2018. doi:10.1016/J.TOURMAN.2017.12.003

[7] R. Q. Hassan, Z. N. Sultani, and B. N. Dhannoon, Content-based image retrieval based on corel dataset using deep learning," *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, vol. 12, no. 4, pp. 1854–1863, 2023. doi:10.11591/IJAI.V12.I4.PP1854-1863

[8] R. Bergmann, K. D. Althoff, M. Minor, M. Reichle, and K. Bach, "Case-Based Reasoning - Introduction and Recent Developments," *Künstliche Intelligenz*, vol. 1, pp. 5–11, 2009.

[9] S. De, and B. Chakraborty, "Development of Excessive-Smoke-Emitting-Car Fault Diagnostic System (ESECFDS) based on Case-Base Reasoning (CBR) Methodology," *International Journal of Knowledge-Based and Intelligent Engineering Systems*, vol. 25, no. 1, pp. 75–95, 2021. doi.org/10.3233/KES-210054.

[10] C. P. Ortet, A. Veloso, and L. Vale Costa, "Cycling through 360° Virtual Reality Tourism for Senior Citizens: Empirical Analysis of an Assistive Technology," *Sensors*, vol. 22, no. 16, pp. 6169, 2022. doi:10.3390/S22166169.

[11] P. S. Sukardani, V. M. Setianingrum, and H. Prabayanti, "360 Virtual Tour for Online Tourism Promotion: A Study of Visual Indonesian Virtual Tour of Surabaya**,"** *Technium Social Sciences Journal*, Special issue, pp. 553-558, 2023.

[12] A. Taylor, J. Wallgrun, E. Knapp, A. Klippel, and J. Sánchez, "Being there: effectiveness of a 360° virtual tour for increasing understanding of forest treatments for fire hazard reduction in California, USA," *Fire Ecology*, vol. 21, no. 2, 2025. doi:10.1186/s42408-024-00345-0

[13] Y. Stappung, C. Aliaga, J. Cartes, L. Jego, J. Reyes-Suárez, N. Barriga, and F. Besoain, "Developing 360° Virtual Tours for Promoting Tourism in Natural Parks in Chile," *Sustainability*, vol. 15, no. 22, pp. 16043, 2023. doi:10.3390/su152216043

[14] L. Alfaro, C. Rivera, J. Luna-Urquizo, A. Arroyo-Paz, L. Delgado, and E. Castañeda, "Experiential Marketing Tourism and Hospitality Tours Generation Hybrid Model," *MENDEL*, vol. 29, no. 2, pp. 273–282, 2023. doi:10.13164/mendel.2023.2.273

[15] S. Quecara, and L. Alfaro, "360° Virtual reality video tours generation model for hospitality, tourism and education using case-based reasoning", in Proceedings EDUNINE 2023 - 7th IEEE World Engineering Education Conference, 2023. doi:10.1109/EDUNINE57531.2023.10102855

[16] D. W. Norton, and B. J. Pine, "Using the customer journey to road test and refine the business model," *Strategy and Leadership*, vol. 41, no. 2, pp. 12–17, 2013. doi:10.1108/10878571311318196/FULL/XML

[17] A. Castro Martínez, and P. Díaz-Morilla, "El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Historia del Cine a través de una estrategia de storytelling y storydoing teatral aplicada al ámbito universitario," *Icono14*, vol. 17, no 2, pp. 154-181, 2019. doi:10.7195/ri14.v17i2.1378

[18] A. J. Gonzalez, L. Xu, and U. Gupta, "Validation techniques for case-based reasoning systems," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 28, no. 4, pp. 465–477, 1998. doi:10.1109/3468.686707

[19] L. Slevitch, and O. Haemoon, "Asymmetric relationship between attribute performance and customer satisfaction: A new perspective," *International Journal of Hospitality Management*, vol. 29, no. 4, pp. 559–569, 2010. doi:10.1016/J.IJHM.2009.09.004

[20] C. Anthes, R. García-Hernández, M. Wiedemann, and D. Kranzlmüller, "State of the art of virtual reality technology," in IEEE Aerospace Conference Proceedings, 2016. doi:10.1109/AERO.2016.7500674

[21] L. De Gauquier, M. Brengman, K. Willems, and H. Van Kerrebroeck, "Leveraging advertising to a higher dimension: experimental research on the impact of virtual reality on brand personality impressions," *Virtual Reality*, vol. 23, no. 3, pp. 235–253, 2019. doi:10.1007/S10055-018-0344-5

[22] M. Macedonio, T. Parsons, R. Digiuseppe, B. Weiderhold, and A. Rizzo, "Immersiveness and physiological arousal within panoramic video-based virtual reality," *Cyberpsychology & Behavior : The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, vol. 10, no. 4, pp. 508–515, 2007. doi:10.1089/CPB.2007.9997

[23] M. O'Rawe, and A. Gibson, Virtual Reality as a Promotional Tool: Insights From a Consumer Travel Fair, in Augmented Reality and Virtual Reality, T. Jung, M. Tom Dieck, Eds., Springer, 2017.

[24] H. Van Kerrebroeck, M. Brengman, and K. Willems, Escaping the crowd: An experimental study on the impact of a Virtual Reality experience in a shopping mall," *Computers in Human Behavior*, vol. 77, pp. 437–450, 2017. doi:10.1016/J.CHB.2017.07.019

[25] Y. Choi, and C. Taylor, "How do 3-dimensional images promote products on the Internet?," *Journal of Business Research*, vol. 67, no. 10, pp. 2164–2170, 2014. doi:10.1016/J.JBUSRES.2014.04.026

[26] J. Stoyanova, P. Brito, P. Georgieva, and M. Milanova, "Comparison of consumer purchase intention between interactive and augmented reality shopping platforms through statistical analyses," in Proceedings of 2015 International Symposium on Innovations in Intelligent SysTems and Applications, 2015. doi:10.1109/INISTA.2015.7276727

[27] N. Park, and C. Farr, "The Effects of Lighting on Consumers' Emotions and Behavioral Intentions in a Retail Environment: A Cross-Cultural Comparison," *Journal of Interior Design*, vol. 33, no. 1, pp. 17–32, 2007. doi:10.1111/J.1939-1668.2007.TB00419.X