***Artículos científicos***

**Revisión literaria de instrumentos de evaluación de la experiencia de usuario en aplicaciones con realidad aumentada,**

**virtual y mixta**

***Literature review of user experience assessment tools for augmented, virtual and mixed reality applications***

**Elena Fabiola Ruiz Ledesma**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México

eruizl@ipn.mx

http://orcid.org/0000-0002-1513-8243

**Imelda Latapie Venegas**

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, México

ilatapiev@alumno.ipn.mx

https://orcid.org/0009-0004-5618-8986

**Resumen**

Esta investigación se centró en una revisión bibliográfica para conocer los instrumentos de medición y herramientas de evaluación de factores vinculados a la experiencia del usuario, durante su interacción con aplicaciones basadas en realidad aumentada. Se utilizó la metodología PRISMA, y se realizó una búsqueda de artículos publicados entre 2019 y marzo de 2024 en cuatro bases de datos utilizando palabras clave específicas. Se encontró que el instrumento más usado es el cuestionario y el aspecto más evaluado en los usuarios son sus emociones.

**Palabras clave:** UX, experiencia de usuario, herramientas de evaluación, realidad aumentada, metodología PRISMA**.**

**Abstract**

This research was based on a literature review to identify measurement instruments and evaluation tools used in the analysis of user experience during interactions with augmented reality applications. The PRISMA methodology was employed, and a search for articles keywords. The findings indicate that the most used instrument was the questionnaire, and the most frequently assessed aspect in users was their emotions.

**Key words:** UX, user experience, assessment tools, augmented reality, PRISMA methodology.

**Fecha Recepción:** Junio 2024 **Fecha Aceptación:** Diciembre 2024

**Introducción**

La experiencia de usuario (user experience o UX en inglés) hace referencia a las percepciones y respuestas de una persona al interactuar o anticipar la interacción con un producto, sistema o servicio. Esto incluye todas las emociones, creencias, preferencias, percepciones, respuestas físicas y psicológicas, así como los comportamientos y logros del usuario que se manifiestan en las distintas etapas de su interacción: antes, durante y después del uso del producto o servicio. (International Organization for Standardization [ISO], 2023).

La evaluación de la experiencia de usuario en aplicaciones de realidad aumentada permite identificar áreas de mejora en la interfaz y la interacción, con el objetivo de optimizar su usabilidad y mejorar la claridad de la información presentada al usuario.

Existen diversas técnicas establecidas para evaluar la experiencia de usuario, como entrevistas y encuestas, que proporcionan información cualitativa sobre su interacción con el producto o servicio y su nivel de satisfacción. Entre estas herramientas destaca el Cuestionario de Experiencia del Usuario (UEQ), que mide la UX mediante seis escalas fijas: atractivo, claridad, eficiencia, fiabilidad, estimulación y novedad. Este cuestionario es elegido con frecuencia por permitir una evaluación rápida de la experiencia del usuario, ser de uso gratuito, estar disponible en más de 20 idiomas y por abarcar una percepción completa de la experiencia del usuario (Rauschenberger *et al*. 2013).

En la actualidad se aborda el tema de una manera más completa con un enfoque en las necesidades y expectativas de los usuarios, el contexto de uso y las emociones del usuario, a través de entrevistas con grupos focales, testeos remotos y seguimiento de la experiencia con herramientas digitales, análisis de big data para identificar patrones y tendencias en el comportamiento y las preferencias del usuario. Este enfoque tiene como propósito comprender de manera integral las emociones, comportamientos y necesidades de los usuarios.

Las métricas de experiencia de usuario permiten evaluar, comparar y monitorear la calidad de la experiencia a lo largo del tiempo, así como determinar el impacto y éxito del diseño UX (Franz, 2022).

El objetivo de esta investigación es examinar las metodologías actuales empleadas en la evaluación de la experiencia de usuario, con especial énfasis en las aplicaciones de realidad aumentada, a través de una revisión sistemática de la bibliografía.

La realidad aumentada es una tecnología que superpone información digital sobre el entorno real, combinando señales de video y audio con objetos generados por computadora o dispositivos digitales, como tabletas, teléfonos o gafas inteligentes. Según Álvarez (2017), los sistemas de realidad aumentada presentan las siguientes características:

• Se combinan objetos reales y virtuales en un ambiente integrado de un dispositivo tecnológico.

• Las señales y su reconstrucción se ejecutan en tiempo real.

• Hay interactividad en este tipo de aplicaciones.

• Hay una coherencia espacial entre los objetos virtuales y reales, que son alineados y registrados geométricamente dentro del ambiente.

• Se requiere una o más cámaras, y puede llegar a utilizar geolocalización.

En una aplicación de RA hay varios procesos involucrados. La captura de la escena real utiliza un sistema de visión (cámara) y el video es analizado con algoritmos de visión y utilizado para el seguimiento del usuario. A partir de la posición y orientación del usuario se genera una vista virtual, que se combina con la escena real.

Esta investigación busca analizar cómo se evalúa la experiencia de usuario en software o aplicaciones de realidad aumentada, virtual o mixta. Se eligieron estas aplicaciones debido a su uso extendido entre estudiantes en contextos sociales. Un ejemplo es Pokémon Go (Irshad y Rambli, 2015), ampliamente utilizado por adolescentes y jóvenes. Ahora, resulta relevante analizar cómo estas tecnologías son adoptadas y percibidas en un entorno académico.

**Materiales y métodos**

En este apartado se presentan los materiales empleados, que incluyen cuatro bases de datos, así como los métodos utilizados para la búsqueda y análisis de los artículos científicos.

**Materiales**

Para seleccionar artículos relacionados con las métricas utilizadas en la evaluación de la experiencia de usuario en aplicaciones de realidad aumentada, se consideraron cuatro bases de datos ampliamente utilizadas por la comunidad científica internacional. Las bases de datos seleccionadas fueron IEEE Xplore, Scopus, ScienceDirect y EBSCO, considerando artículos publicados entre 2019 y 2024 con el propósito de analizar estudios recientes y relevantes.

Además, esta selección permitió analizar los hallazgos de especialistas en los campos de Interacción Humano-Computadora, Realidad Aumentada y Aplicaciones Móviles, reflejando así la diversidad de enfoques en la investigación académica.

**Métodos**

Se siguió el modelo PRISMA (Yepes-Nuñez et al., 2020) para llevar a cabo la revisión y el análisis de los datos obtenidos. Este método recibe su nombre por sus siglas en inglés, cuyo significado es Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, traducido como Elementos de Informe Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis. El método PRISMA es una guía para la revisión sistemática con un enfoque estructurado y riguroso, que facilita una síntesis objetiva de los estudios incluidos y permite evaluar y sintetizar la información obtenida en la investigación (Page et al., 2021). Las etapas de este modelo, utilizadas en el presente estudio, se ilustran en el diagrama de la Figura 1. Estas etapas han sido adaptadas a la investigación realizada.

**Figura 1****.** Diagrama de flujo de la metodología PRISMA



**Fuente:** Elaboración propia con base en el modelo PRISMA

A continuación, se describe cada fase de esta metodología.

**Formulación de preguntas**

Para la revisión de la literatura recopilada, se formularon dos preguntas que guiaron el análisis de la investigación:

1. ¿Qué aspectos se consideran para evaluar la experiencia de usuario en la interacción con la realidad aumentada?
2. ¿Cuáles son los instrumentos empleados para su evaluación?

**Criterios de revisión y selección de fuentes**

1. Para la exploración de la literatura, se establecieron criterios de revisión que facilitaron la búsqueda inicial de artículos cuyos estudios reportados incluyeran términos clave relacionados con el tema de investigación y las preguntas formuladas previamente. Los términos considerados fueron los siguientes:
2. a) Experiencia de usuario
3. b) Métricas de evaluación
4. c) Realidad aumentada
   * 1. En el proceso de recuperación de literatura, se utilizaron las siguientes bases de datos:
5. a) IEEE Xplore
6. b) Scopus
7. c) ScienceDirect
8. d) EBSCO Applied Science & Technology
   * + 1. Se consideraron vigentes los artículos publicados entre 2019 y marzo de 2024.
9. **Resultados**

En este apartado se presentan los resultados del análisis de la revisión de literatura, siguiendo la metodología descrita en el capítulo anterior.

**Búsqueda en las bases de datos**

Los resultados de la revisión bibliográfica inicial en las cuatro bases de datos se presentan en la Tabla 1. La primera columna muestra la base de datos consultada, la segunda contiene la sintaxis de búsqueda empleada (en inglés) e incluye el período de publicación deseado en los artículos. La tercera columna indica el número de artículos encontrados. En esta búsqueda inicial, se utilizaron los términos: UX, metrics, augmented reality, virtual reality y mixed reality, los cuales debían aparecer en el título, resumen o palabras clave. En total, se encontraron 147 artículos que contenían estos términos de búsqueda.

**Tabla 1.** Resultados encontrados en las fuentes consultadas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fuente consultada | Sintaxis (inglés) | Resultado |
| IEEEXplore | UX AND metrics AND augmented reality | 2 |
| Scopus | UX AND metrics AND augmented reality | 6 |
| Science Direct | UX AND metrics AND augmented reality | 76 |
| EBSCO Applied Science & Technology | UX AND metrics AND augmented reality | 63 |

1. Fuente: Elaboración propia

**Selección de estudios y criterios de exclusión**

A continuación, se presentan los criterios empleados para filtrar los primeros resultados obtenidos en la búsqueda.

Criterios de exclusión

a) El artículo no está escrito en español o en inglés

b) El artículo no detalla la evaluación de la experiencia de usuario

c) El artículo es una revisión

d) Es un capítulo de un libro

La aplicación de estos criterios de exclusión redujo el número de artículos seleccionados. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos tras aplicar estos criterios, indicando la base de datos consultada y la cantidad de artículos considerados.

1. **Tabla 2**. Artículos considerados para el estudio

|  |  |
| --- | --- |
| **Fuente Consultada** | **Cantidad de artículos** |
| IEEEXplore | 1 |
| Scopus | 2 |
| Science Direct | 8 |
| EBSCO Applied Science & Technology | 5 |

1. Fuente: elaboración propia

Un total de 16 artículos fueron seleccionados, y se enumeran en la Tabla 3 (columna 1). Los autores de cada artículo se muestran en la segunda columna, mientras que en la tercera se enlistan los factores o instrumentos identificados en cada artículo relacionados con la evaluación de la experiencia de usuario. En la última columna los factores se clasifican de acuerdo a si corresponden al usuario o al programa o si es del instrumento de evaluación y se contabiliza, para lo cual se emplea la nomenclatura FA, FP o I, según corresponda.

**Tabla 3.** Factores e instrumentos para evaluar la experiencia de usuario en la interacción con la realidad aumentada

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Núm.** | **Autores** | **Factores que se evalúan e instrumentos identificados** | **Correspondencia** |
| 1 | Satti *et al.* (2019) | Enfoque multimétodo (cuantitativo y cualitativo)  Índice de Medición de Experiencia del Usuario  Familiaridad del usuario  Facilidad de aprendizaje  Percepción del usuario  Contexto del usuario  Antecedentes del usuario  *Google Forms*  Tiempo para completar la tarea  Datos fisiológicos  Emociones  Cognición  Cuestionario de Experiencia del Usuario (UEQ)  SUDs (escalas de valoración subjetiva)  Atractivo, claridad, estimulación, novedad | 9 FU  4 FP  5 I |
| 2 | Borja-Galeas *et al.* (2020). | Aprendizaje  Eficiencia  Memorabilidad  Errores  Satisfacción  Facilidad para ejecutar tareas | 2 FU  4 FP |
| 3 | Martínez *et al*. (2024) | Satisfacción del usuario  Motivación  Interacciones a largo y a corto plazo.  Sentido de control  Experiencia sensorial directa agradable  Elecciones significativas del usuario  Accesible  atractivo  fácil de entender | 4 FU  5 FP |
| 4 | Serpa *et al*. (2020) | Evaluación de revisión por expertos  Necesidades y expectativas  Perfil de usuario  Experiencia previa  Comodidad del usuario  Tasas de error  Análisis cualitativo y cuantitativo  Retroalimentación de los usuarios  Facilidad de aprendizaje  Grupos de usuarios basados en su rol  Escala Likert | 7 FU  2 FP  3 I |
| 5 | Liu y Martens (2024) | Encuestas  Técnica de rejilla de repertorio  Cuestionario cuantitativo UTAUT  Cuestionario cuantitativo UEQ  Retroalimentación de experiencia del usuario (UX)  Alfa de Cronbach | 6 I |
| 6 | Yi *et al*. (2023) | Red de empatía entre tecnología digital y usuario  Evaluación psicológica  Experiencia emocional  Confort sensorial  Empatía (auditiva, visual, táctil)  Adquisición cognitiva  Software UCINET  Modelo de temas LDA (Modelo de Asignación de Dirichlet Latente)  Comentarios de usuarios de sitios web oficiales  Entrevistas semiestructuradas  Muestreo (por conveniencia, de bola de nieve) | 5 FU  1 FP  5 I |
| 7 | Yang *et al.* (2019) | Encuestas y Cuestionarios predefinidos  Autoinforme predefinido  Base de conocimientos de UX a partir de reseñas en línea  Red de UX (para construir las dependencias causales entre los grupos de UX).  Palabras de opinión  Integración de datos de UX  Enfoque del k-Vecino más Cercano  Dependencias entre los datos de UX utilizando redes bayesianas  Enfoque de aprendizaje automático para reseñas de clientes | 9 I |
| 8 | Shin (2019) | Modelado holístico y metodología analítica  Inmersión  flujo  presencia  encuestas y cuestionarios  Procesos de selección aleatoria  Prueba piloto  Alfa de Cronbach  Correlación lineal simple (r de Pearson) | 3 FP  6 I |
| 9 | Prati *et al*. (2021). | Análisis de observación  Análisis de entrevistas  Análisis de grupos focales  Análisis de tareas  Matriz Usuario/Tarea  Mapas de Experiencia | 6 I |
| 10 | Syed *et al*. (2024) | Diseño de encuestas cualitativas  Antecedentes generales del usuario  Preferencias de los participantes  Comentarios  Retroalimentación constructiva  Observación de investigación | 2 FU  4 I |
| 11 | Celino *et al.* (2020) | Interacción tipo chat  Diseño y administración de cuestionarios  Herramienta de encuesta conversacional  Encuestas de preguntas cerradas  CONEY (CONversational survEY),  Apreciación y aceptación del usuario  Escala Likert  Prueba A/B  Prueba T de Wilcoxon  Prueba de Chi cuadrado  Fiabilidad entre evaluadores | 1 FU  1 FP  9 I |
| 12 | Santana *et al.* (2022) | Aceptación de tecnología  Experiencia global  Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT)  Índice de Carga de Tareas de la NASA (NASA-TLX)  Cuestionario de emociones  Escala Likert  Entrevista semiestructurada de cierre  Análisis cualitativo y cuantitativo | 1 FU  1 FP  6 I |
| 13 | Whaiduzzaman *et al.* (2023) | Control  Compromiso  Diseño de UI/UX  Google Forms  Retroalimentación abierta  Mapeo de contexto  Contexto del usuario  Proceso de entrevista de Diagrama de espina de pescado | 2 FU  1 FP  5 I |
| 14 | Gomes *et al.* (2019) | Evaluación VOF: Evaluación visual, operativa y de retroalimentación  Asignación de personalidad al producto (PPA)  Impacto emocional en el usuario (Evaluación ER) | 2 FU  2 I |
| 15 | Nik *et al.* (2023) | Experiencia emocional del usuario  Experiencia agradable  Medición de la fuerza de la correlación  Interacción  Contexto  Enfoque centrado en el usuario  Enfoque cuantitativo de autoinforme | 1 FU  3 FP  3 I |
| 16 | Sidhu y Iqbal (2021) | Cuestionario de Experiencia del Usuario (UEQ)  Escala Diferencial semántico  Coeficiente Alfa de Cronbach  Prueba piloto de investigación  Filtrado de datos  Enfoque cuantitativo  Fórmula de Correlación del Momento del Producto de Pearson  Análisis estadístico con software SPSS | 8 I |

Fuente: elaboración propia

**Extracción de datos y síntesis de la información**

De los 16 artículos seleccionados, se extrajeron palabras clave para identificar los principales temas abordados en los estudios (Tabla 4). El análisis inicial reveló 48 palabras clave mencionadas un total de 79 veces en los 16 artículos revisados.

Las palabras clave más frecuentes fueron "Experiencia de usuario" (User experience, 11 menciones), "Realidad aumentada" (Augmented reality, 6 menciones), "Realidad virtual" (Virtual reality, 6 menciones), "Evaluación de experiencia de usuario" (UX evaluation, 5 menciones) y "Usuarios" (Users, 4 menciones).

Para un análisis más estructurado, las palabras clave se agruparon en cinco dimensiones:

a) Experiencia de usuario (UX)

b) Instrumentos de medición o evaluación

c) Factores del usuario evaluados

d) Factores evaluados en los programas de realidad aumentada, virtual o mixta

El conteo de menciones por dimensión se muestra en la Tabla 5, mientras que la Tabla 6 presenta la frecuencia con la que cada dimensión fue mencionada en los artículos seleccionados.

**Tabla 4**. Conteo de palabras clave en artículos revisados

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | **Palabra clave** |  | **conteo** |
| 1 | *Mobile Augmented Reality* | Realidad Aumentada Móvil | 1 |
| 2 | *Mixed reality* | Realidad Mixta | 3 |
| 3 | *UX* | Experiencia de Usuario (UX) | 11 |
| 4 | *UXMI* | UXMI | 1 |
| 5 | *Augmented reality* | Realidad Aumentada | 6 |
| 6 | *Editorial design* | Diseño Editorial | 1 |
| 7 | *Interactive editorial design* | Diseño Editorial Interactivo | 1 |
| 8 | *Mobile application human interaction computer* | Interacción Humano-Computadora en Aplicaciones Móviles | 3 |
| 9 | *User experience design* | Diseño de Experiencia de Usuario | 3 |
| 10 | *Game design* | Diseño de Juegos | 1 |
| 12 | *Game evaluation* | Evaluación de Juegos | 1 |
| 13 | *Virtual reality* | Realidad Virtual | 6 |
| 14 | *Serious games* | Juegos Serios | 1 |
| 15 | *Interactive system* | Sistema Interactivo | 1 |
| 16 | *Game-based simulation* | Simulación Basada en Juegos | 1 |
| 17 | *Learning environment* | Entorno de Aprendizaje | 1 |
| 18 | *UX evaluation* | Evaluación de Experiencia de Usuario | 5 |
| 19 | *Qualitative survey automation* | Automatización de Encuestas Cualitativas | 1 |
| 20 | *Repertory grid technique* | Técnica de Rejilla de Repertorio | 1 |
| 1 | *Digital transformation* | Transformación Digital | 1 |
| 22 | *Digital museum* | Museo Digital | 1 |
| 23 | *Exhibition technology* | Tecnología de Exhibición | 1 |
| 24 | *Users* | Usuarios | 4 |
| 25 | *Empathic connectivity* | Conectividad Empática | 1 |
| 26 | *Engaging experience* | Experiencia Atractiva | 1 |
| 27 | *Immersive experience* | Experiencia Inmersiva | 1 |
| 28 | *Human Factors* | Factores Humanos | 1 |
| 29 | *Conversational survey* | Encuesta Conversacional | 1 |
| 30 | *Survey design and administration* | Diseño y Administración de Encuestas | 1 |
| 31 | *Questionnaire reliability* | Fiabilidad de Cuestionarios | 1 |
| 32 | *Questionnaire response quality* | Calidad de Respuesta de Cuestionarios | 1 |
| 33 | *Quantitative research* | Investigación Cuantitativa | 1 |
| 34 | *Human-computer Interaction* | Interacción Humano-Computadora | 2 |
| 35 | *Usability* | Usabilidad | 3 |
| 36 | *STEM Education* | Educación STEM | 1 |
| 37 | *Cognitive study* | Estudio Cognitivo | 1 |
| 38 | *Hybrid HCI* | HCI Híbrida | 1 |
| 39 | *User study* | Estudio de Usuario | 1 |
| 40 | *Product prototyping* | Prototipado de Productos | 1 |
| 41 | *Mixed prototyping* | Prototipado Mixto | 1 |
| 42 | *Design model* | Modelo de Diseño | 1 |
| 43 | *emotional UX* | UX Emocional | 1 |
| 44 | *Gesture user interface posture* | Interfaz de Usuario de Gestos y Postura | 1 |
|  |  |  | 79 |

**Fuente:** elaboración propia

De acuerdo con lo que se presentó en la introducción estos artículos toman en cuenta como palabras clave más mencionadas: experiencia del usuario, con 11 menciones, realidad aumentada y realidad virtual, con 6 menciones cada una, evaluación de experiencia de usuario con 5, usuarios y usabilidad con 4 y 3 menciones respectivamente, por lo que los temas principales abordados en los estudios reportados tienen que ver con algún aspecto de ellos.

Las palabras clave se agruparon en 5 dimensiones, en función de su naturaleza para ayudarnos a identificar instrumentos que sirven para evaluar la experiencia de usuario y aspectos que son evaluados tanto de los usuarios como de alguno de los programas de Realidad aumentada, virtual o mixta. A continuación se enlistan las dimensiones mencionadas.

a) Experiencia de usuario (UX)

b) Instrumentos de medición o evaluación

c) Factores del usuario que se evalúan

d) Factores que se evalúan de los programas: Realidad aumentada, virtual o mixta.

Se realizó el conteo de las menciones de cada dimensión entre las palabras clave. La tabla 5 muestra cómo se agruparon las palabras claves por dimensión.

**Tabla 5.** Cantidad de menciones de palabras clave por dimensión

|  |  |
| --- | --- |
| **Dimensión** | **Conteo** |
| Experiencia de usuario (UX) | 26 |
| Instrumentos de medición o evaluación | 10 |
| Factores del usuario que se evalúan | 12 |
| Factores que se evalúan de los programas: Realidad aumentada, virtual o mixta | 31 |
| Total | 79 |

**Fuente:** elaboración propia

Por otra parte, tanto los aspectos que se evalúan, como los instrumentos de evaluación o medición empleados y, que fueron identificados como relevantes en nuestra búsqueda de la evaluación de la experiencia de usuario en aplicaciones de realidad aumentada, se agruparon en las cuatro dimensiones, y se contabilizó el número de menciones de cada aspecto identificado. La tabla 6 muestra el número de veces que cada dimensión fue mencionada en la totalidad de los artículos seleccionados.

**Tabla 8.** Menciones de cada dimensión

|  |  |
| --- | --- |
| **Dimensiones (de los factores identificados)** | Menciones |
| Instrumentos de medición o evaluación | 77 |
| Factores del usuario que se evalúan | 36 |
| Factores que se evalúan de los programas: Realidad aumentada, virtual o mixta | 25 |
|  | 138 |

**Fuente:** elaboración propia.

**Discusión**

Se identificaron 86 factores relevantes, clasificados en cinco dimensiones. La dimensión instrumentos de medición fue la más mencionada, con 77 referencias, mientras que la dimensión experiencia de usuario, que incluye tanto factores del usuario como de los programas de realidad aumentada, virtual o mixta, obtuvo 61 menciones. Entre los factores destacados se encuentran el diseño del programa y la interacción entre el usuario y el programa. En relación con el usuario, se analizaron la experiencia emocional y cognitiva, los gestos y la postura, así como la satisfacción. Dentro de la dimensión instrumentos de medición, los principales elementos empleados fueron encuestas, cuestionarios y enfoques cuantitativos y cualitativos.

La relación entre las dimensiones experiencia de usuario e instrumentos de medición aborda directamente nuestra pregunta de investigación. Satti et al*.* (2019) consideran que las evaluaciones de experiencia de usuario (UX) en la realidad aumentada móvil se han centrado en el uso de enfoques individualistas, y toman en cuenta aspectos cognitivos como la memoria y la atención del usuario, así como las emociones, ya que éstas son reacciones afectivas que ayudan al usuario a adaptarse al ambiente virtual, es por ello que varios autores dan relevancia a las emociones que el usuario percibe en sí mismo durante su interacción con el producto o servicio (Gomes et al., 2019; Sidhu e Iqbal, 2021; Yi et al., 2023), además de que las consideran importante en el diseño del instrumento de medición y como experiencia de usuario. Santana et al. (2022) midieron las emociones mediante sensores fisiológicos mientras el usuario resolvía retos en su dispositivo móvil. Otros autores, como Borja-Galeas et al. (2020), evaluaron la satisfacción del usuario, así como los errores cometidos por el programa y la facilidad para ejecutar tareas, para lo cual emplearon un cuestionario tipo Likert como instrumento de evaluación. Encontraron que el programa no presentó errores y en cuanto a la facilidad para ejecutar tareas, en promedio, los usuarios lo consideraron de nivel medio, argumentando que no era tan intuitiva su ejecución y requería de un pequeño manual. Martínez et al. (2024), también evaluaron la satisfacción del usuario con un cuestionario de escala tipo Likert, encontrando que el uso de su sistema había sido altamente satisfactorio por los usuarios.

La evaluación de la experiencia de usuario mixta, con un acercamiento cualitativo y cuantitativo se menciona en los artículos de Satti et al. (2019), Serpa et al*.* (2020), Liu y Martens (2024) y Santana et al. (2022). Las apreciaciones cualitativas que utilizan la escala de Likert corresponden a los artículos de Serpa et al. (2020), Celino y Re Calegari (2020) y Santana et al. (2022).

Diversos autores sugieren que como parte de la experiencia del usuario es importante evaluar que el producto resultara estéticamente atractivo, claro y fácilmente entendible para el usuario (Martínez et al., 2024; Satti, et al., 2019; Shin, 2019). Pero también consideran fundamental evaluar el rendimiento del hardware y el software del dispositivo y el programa, los requisitos de inmersión y el sistema interactivo. Estos factores, aplicados al contexto de uso, permiten evaluar distintos aspectos de la experiencia de usuario. Se incluyen la percepción de cualidades no instrumentales, como las hedónicas, la diversión y la estética, así como cualidades instrumentales, tales como eficacia, facilidad de aprendizaje y pragmatismo. Además, se consideran las respuestas emocionales del usuario, como el entusiasmo por la realidad virtual, la tristeza o la felicidad. Estos aspectos permiten al investigador las consecuencias generales en términos de satisfacción prevista del usuario o, en términos más generales, una experiencia de usuario positiva o negativa (Satti et al., 2019; Shin, 2019).

Otros factores de la experiencia de usuario estudiadas son: la eficiencia (Borja-Galeas et al., 2020; Satti, et al*.,* 2019), la motivación (Martínez et al*.,* 2024; Satti, et al., 2019), la memorabilidad (Borja-Galeas et al., 2020) y la interacción (Nik et al.,2023).

Los estudios revisados muestran una gran variedad de formas de medir la experiencia de usuario. Entre los instrumentos de medición mencionados, encontramos diferentes tipos de cuestionarios, haciendo uso de algunas aplicaciones como Google Forms (Satti et al., 2019), cuestionario de Experiencia del Usuario (UEQ) (Satti et al., 2019; Sidh y Iqbal, 2021), cuestionario UTAUT (Liu y Martens, 2024), índice de carga de tareas de la NASA (NASA-TLX) (Santana et al., 2022), evaluación visual, operativa de retroalimentación (Evaluación VOF) e impacto emocional en el usuario (evaluación ER), (Gomes et al., 2019).

Algunos autores destacaron la importancia del análisis de la facilidad y el rendimiento experimentados por el usuario al realizar tareas específicas (Prati et al*.,* 2021; Santana et al., 2022).

La información de la experiencia que el usuario comparte en los sitios web y plataformas oficiales ha sido recolectada y analizada por algunos autores (Liu y Martens, 2024; Yi et al., 2023) y con un enfoque automático para modelar y gestionar información de UX. En el caso de Yi et al. (2023), construyeron una red de empatía entre tecnología digital y usuario y midieron la empatía auditiva y visual.

El 75 % de los estudios empleó una metodología mixta, siendo los cuestionarios el instrumento más utilizado para la recolección de datos, junto con técnicas estadísticas para su análisis. En la parte cualitativa, predominó el uso de observación y entrevistas con un enfoque descriptivo. Los estudios revisados evidencian una diversidad de enfoques para evaluar la experiencia de usuario en aplicaciones de realidad aumentada, con énfasis en la combinación de métricas subjetivas y objetivas para lograr una evaluación integral.

Los instrumentos de evaluación más empleados en los estudios revisados se presentan en la Tabla 3.

La mayoría de los estudios revisados emplearon cuestionarios para evaluar tanto factores del usuario como del programa de realidad virtual o aumentada (RV o RA). Sin embargo, pocos utilizaron sensores para medir aspectos fisiológicos relacionados con las emociones generadas al interactuar con estos programas.

Guna et al. (2019) exploraron el uso combinado de cuestionarios y sensores fisiológicos para evaluar la percepción del usuario y sus respuestas fisiológicas. Entre los cuestionarios utilizados se encuentran el NASA-TLX, para medir el esfuerzo físico y mental; el Simulator Sickness Questionnaire (SSQ), para evaluar síntomas de mareo en simuladores; y las Unidades Subjetivas (Subjective Units [SSQ]). Además, emplearon sensores fisiológicos para obtener datos implícitos del usuario. Los autores hallaron una elevada correlación entre las respuestas explícitas del usuario a los cuestionarios y sus fisiológicas implícitas, por lo que concluyeron que la eficacia de un enfoque de método mixto, puede enriquecer los resultados de la evaluación de la UX.

**Conclusión**

La revisión sistemática de la literatura proporciona información valiosa para investigadores y académicos en dos aspectos principales: primero, en relación con los distintos factores que conforman la experiencia de usuario, tanto en lo referente al programa como al propio usuario; y segundo, respecto a los instrumentos más utilizados en su evaluación.

Se encontró que los aspectos emocionales del usuario son los factores más evaluados en la literatura. En cuanto a los instrumentos utilizados, predominan los cuestionarios, cuyos resultados suelen analizarse mediante técnicas estadísticas.

Se observó que el enfoque de investigación más común es el mixto, es decir, aquel que combina métodos cuantitativos y cualitativos, lo que permite obtener conclusiones más sólidas.

**Futuras líneas de investigación**

En futuras investigaciones, sería conveniente profundizar en la forma en que el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual, aumentada o mixta incorpora el conocimiento sobre experiencia de usuario, así como analizar las metodologías utilizadas en su diseño.

Esto permitiría comprender mejor las variantes en las metodologías de desarrollo de software, en particular en programas de realidad aumentada, virtual y mixta, así como evaluar la vigencia de este tipo de aplicaciones.

**Agradecimientos**

Las autoras agradecen a la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP-IPN) por su apoyo en el desarrollo de esta investigación. Asimismo, agradece el apoyo brindado por EDI y SIBE

**Referencias**

Álvarez, S., Delgado, M., Gimeno, A., García, T., Almaraz, F., y Ruiz, C. (2017). El Arenero Educativo: La Realidad Aumentada un nuevo recurso para la enseñanza, *EDMETIC*, *6*(1), 105–123.

Borja-Galeas, C., Guevara, C., Amagua, M. (2020). Editorial Design of Interactive Picture Book with Mobile Application Based on Uxd User Experience Design. In: Ahram, T., Falcão, C. (eds) *Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology. AHFE 2020*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, *1217*, 387-393. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51828-8\_50

Celino, I. y Re Calegari, G. (2020). Submitting surveys via a conversational interface: An evaluation of user acceptance and approach effectiveness. *International Journal of Human-Computer Studies, 139*, 1-16. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102410

Franz, A. (2022). WOW! Costumer experience. En *Métricas UX: ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? y ¿Por qué?*: Recuperado el 22 de febrero de 2024, de https://www.wowcx.com/metricas-ux-quien-que-cuando-donde/

Gomes Faust, F., Catecati, T., de Souza Sierra, I., Steinbruch Araujo, F., García Ramírez, A. R., Moura Nickel, E., & Gomes Ferreira, M. G. (2019). Mixed prototypes for the evaluation of usability and user experience: simulating an interactive electronic device. *Virtual Reality, 23*, 197-211. doi:https://doi.org/10.1007/s10055-018-0356-1

Guna, J., Geršak, G., Humar, I., Song, J., Drnovšek, J. y Pogačnik, M. (2019) Influence of video content type on users’ virtual reality sickness perception and physiological response. *Futur. Gener. Comput. Syst*., *91*, 263–276.

ISO International Organization for Standardization. (s.f.). ISO International Organization for Standardization. En *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*. Recuperado el 22 de abril de 2024, de https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1

Irshad, S. y. Rambli, D. R. B. A . (2015). User experience of mobile augmented reality: A review of studies, *Proceeding 3rd Int. Conf. User Sci. Eng. Exp. Eng. Engag. i-USEr* *39*, 125– 130.

Liu, Y. y Martens, J. B. (2024). Conversation-based hybrid UI for the repertory grid technique: A lab experiment into automation of qualitative surveys. *International Journal of Human-Computer Studies, 184*. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2024.103227

Martinez, K., Checa, D. y Bustillo, A. (08 de 01 de 2024). Development of the Engagement Playability and User eXperience (EPUX) Metric for 2D-Screen and VR Serious Games: A Case-Study Validation of Hellblade: Senua’s Sacrifice. *Electronics, 13*(2), 281. doi:https://doi.org/10.3390/electronics13020281

Nik Ahmad, N. A., Abdullah, M., Lokman, A. M. y Suhaimi, A. H. (2023). Preliminary Emotional User Experience Model for. *International Journal of Interactive Mobile Technologies, 17*(7), 32-46. doi:https://doi.org/10.3991/ijim.v17i07.35201

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., Stewart, L.A., Thomas, J., Tricco, A.C., Welch, V.A., Whiting, P. and Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Syst Rev. 10(1), 1-29. DOI: 10.1186/s13643-021-01626-4.

Prati, E., Peruzzini, M., Pellicciari, M., & Rafaelli, R. (2021). How to include User eXperience in the design of Human-Robot Interaction. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 68*. doi:https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102072

Rauschenberger, M., Schrepp, M., Pérez, M., Olschner, S. y Thomaschewski, J. (2013). Efficient Measurement of the User Experienceof Interactive Products. How to use the User Experience Questionnaire (UEQ).Example: Spanish Language Version. *International Journal of InteractiveMultimedia and Artificial Intelligence 2*(1), 39-45. doi: 10.9781/ijimai.2013.2015

Santana, R., Rodríguez, A., Rybarczyk, Y., Méndez, G. G., Vera, F., & Rossi, G. (2022). A Study on User Experience of Smart Glasses for Higher Education Students. *CISTI (Iberian Conference on Information Systems & Technologies) Proceedings*, *17,* 1-6. Recuperado el 20 de 03 de 2024, de https://web-p-ebscohost-com.bibliotecaipn.idm.oclc.org/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=5c31a473-9eec-4474-b30a-09bce8fc403f%40redis

Satti, F. A., Hussain, J., Bilal, H. S., Khan, W. A., Khattak, A. M., Yeon, J. E. y Lee, S. (2019). Holistic User eXperience in Mobile Augmented Reality Using User eXperience Measurement Index. *Conference on Next Generation Computing Applications (NextComp)*, 1-6. doi:10.1109/NEXTCOMP.2019.8883528

Serpa, Y. R., Nogueira, M. B., Rocha, H., Macedo, D. V. y Rodrigues, M. A. (2020). An interactive simulation-based game of a manufacturing process in heavy industry. *Entertainment Computing, 34*. doi:https://doi.org/10.1016/j.entcom.2020.100343

Shin, D. (2019). How do users experience the interaction with an immersive screen? *Computers in Human Behavior, 98*, 302-310. doi:https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.010

Sidhu, M. S., & Iqbal, J. (2021). UX DESIGN EVALUATION OF AN AUGMENTED REALITY SYSTEM FOR HUMAN PHYSICAL TRAINING. *Malaysian Journal of Computer Science, Special issue*, 45-61. doi:https://doi.org/10.22452/mjcs.sp2021no1.5

Whaiduzzaman, M., Sakib, A., Khan, N. J., Chaki, S., Shahrier, L., Ghosh, S., . . . Jan, T. (2023). Concept to Reality: An Integrated Approach to Testing Software. *Applied sciences, 13*(21), 23. doi:10.3390/app132111997

Yang, B., Liu, Y., Liang, Y., & Tang, M. (2019). Exploiting user experience from online customer reviews for product design. *International Journal of Information Management, 46*, 173-186. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.12.006

Yepes-Nuñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García, M. y Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología, 74*(49), 790-799.

Yi, K., Zhou, Z., Wu, Y., Zhang, Q. y Li, X. (2023). Empathic connectivity of exhibition technology and users in the digital Transformation: An integrated method of social network analysis and LDA model. *Advanced Engineering Informatics, 56*. doi:https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.102019