

Aprendizaje inmersivo del oficio panelero. Design Thinking aplicado al diseño de realidad virtual

Inmersive Learning of the Raw Sugar Cane Labors. Design Thinking applied to Virtual Reality Design

Luis Eduardo Bautista-Rojas ^{1a}, Brayan Orlando Beltrán-Pineda ^{1b}, Mario Fernando González-Breton ^{1c}, Héctor Javier Antonio Cobos-Viviescas ^{1d}

¹ Grupo de investigación Interfaz, Escuela de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander, Colombia. Orcid: 0000-0001-5852-311X ^a, 0000-0001-9783-4367 ^b, 0000-0002-8623-4144 ^c, 0000-0002-1759-3792 ^d. Correos electrónicos: luis.bautista@correo.uis.edu.co ^a, brayan_beltran2195@hotmail.com ^b, marioferpix@gmail.com, ^c, javiercobosv@gmail.com ^d

Recibido: 24 julio, 2022. Aceptado: 11 marzo, 2023. Versión final: 10 junio, 2023.

Resumen

El presente trabajo investiga cómo el pensamiento de diseño puede ser aplicado en el diseño de una aplicación de realidad virtual para la enseñanza del cultivo y producción de la panela, como estrategia para la conservación del patrimonio histórico inmaterial. Se llevó a cabo un proceso de diseño centrado en el usuario, con el fin de desarrollar una aplicación intuitiva y fácil de usar, que ayude a preservar la cultura y el conocimiento tradicional relacionado con el cultivo de la caña y la producción de la panela. Los resultados del estudio mostraron que el enfoque en el pensamiento de diseño mejoró significativamente la eficacia en el diseño de la aplicación, se obtuvo resultados sobresalientes en el aprendizaje de los participantes que podrían aportar en la conservación del patrimonio histórico inmaterial. Además, los prototipos obtuvieron una alta valoración de usabilidad por parte de los participantes. En conclusión, se demostró que el pensamiento de diseño es una herramienta valiosa para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual educativas y estrategias de conservación del patrimonio histórico inmaterial.

Palabras clave: design thinking; diseño interactivo; patrimonio cultural; realidad virtual.

Abstract

This study investigates how Design Thinking can be applied in the design of a virtual reality application for teaching the cultivation and production of panela as a strategy for preserving intangible cultural heritage. A user-centered design process was carried out to develop an intuitive and easy-to-use application. The results of the study showed that the focus on Design Thinking significantly improved the effectiveness of the application in learning and preservation of heritage. Additionally, the prototypes received a high usability rating from the participants. In conclusion, it was demonstrated that Design Thinking is a valuable tool for the development of educational virtual reality applications and strategies for preserving intangible cultural heritage. The current study research how design thinking could be applied to the design of a virtual reality application focused to the teaching of farming and production of raw sugar cane as a strategy for historical immaterial heritage conservation. A design process was taken focused on the user, with

the goal of developing an application that is intuitive and easy to use that helps preserving the culture and traditional knowledge related to raw sugar cane. The results of the study showed that the design thinking usage significantly improved the efficiency of the application in the learning of the participants and the preserving of the historical immaterial knowledge. In addition, the prototypes got a high assessment on usability from the participants. In conclusion, it was shown that the design thinking is a valuable tool for the development of virtual reality educative applications and strategies for the preservation of historical immaterial heritage.

Keywords: design thinking; interactive design; cultural heritage; virtual reality.

1. Introducción

La realidad virtual (RV) ha sido utilizada con éxito en diferentes ámbitos educativos, permitiendo a los usuarios sumergirse en experiencias inmersivas y aprender de manera más efectiva. El diseño de sistemas interactivos es una actividad que busca plasmar la creatividad en un artefacto con el que el usuario puede interactuar de manera activa con un propósito claro. Sin embargo, el diseño de aplicaciones educativas de RV aún presenta desafíos, especialmente cuando se trata de temas complejos y culturales. El cultivo de la caña y producción de la panela, es un ejemplo de un tema que podría beneficiarse de la RV, ya que permite a los usuarios experimentar de primera mano el proceso de fabricación y aprender acerca de la cultura y el patrimonio relacionado con la panela [1].

Las metodologías actuales para el diseño de productos interactivos se centran con frecuencia en el uso de escenarios como punto de partida para el diseño del sistema [2]. Algunos autores, proponen frameworks para enfocar el diseño de estos productos. Por ejemplo, John M. Carroll propone el uso de PACT: Person, Activity, Context and Technology, como una forma de identificar aspectos relacionados e indispensables para el diseño de sistemas interactivos [3]. Otros métodos, principalmente desde la ingeniería, se centran a menudo en los casos de uso y documentos de especificación de requerimientos como herramienta para el proceso de definición, estos limitan la creatividad del diseño [4]. De otro lado, el diseño de sistemas interactivos para realidad virtual, busca la creación de un escenario inmersivo con el propósito de generar una experiencia interactiva. En este sentido, para estos paradigmas de interacción, el diseño usa herramientas tomadas del diseño audiovisual. Por ejemplo, es frecuente el uso del storyboard para la definición de la secuencia inmersiva [4]. Sin embargo, estos métodos pueden presentar algunas debilidades. La definición de los requerimientos de usuario y su verificación durante en el proceso de diseño juegan un papel de vital importancia ya que fundamenta bases sólidas en el desarrollo de software y permite identificar posibles fallas en el mismo. Durante la definición de requerimientos, como lo manifiesta Arias Chaves en su investigación, se pueden presentar falencias

comunicativas que repercuten directamente en el desarrollo como cuando los requerimientos son difíciles de expresar en palabras por el usuario, el lenguaje es ambiguo o los usuarios emplean vocabulario diferente a los desarrolladores [5]. De manera general, se ha identificado que los sistemas interactivos centrados en lo humano obtienen mejores resultados relacionados con la usabilidad y satisfacción de los usuarios [6]. De igual forma, el uso constante de prototipos permite la evaluación y verificación en etapas tempranas de desarrollo, permitiendo la toma de decisiones en etapas donde el impacto en términos de codificación es menor [7].

El Design Thinking o pensamiento de diseño es una metodología propuesta por Ideo que fomenta la creatividad a partir de la empatía y conocimiento del usuario [8]. Esta metodología es ampliamente usada para el diseño de productos orientados a la innovación y sus resultados muestran que la empatía y el prototipado, mejoran los resultados en términos de satisfacción [9]. Actualmente, los entornos interactivos inmersivos que usan realidad virtual, buscan generar nuevas experiencias, especialmente en usuarios jóvenes y con mayor aceptación tecnológica. Por esto, es visto como una muy buena alternativa para presentar contenidos educativos y culturales, debido al nivel de atención que pueden lograr en jóvenes.

El Design Thinking, ha sido utilizado en el diseño de aplicaciones educativas, incluyendo RV, pero aún hay poco conocimiento acerca de cómo aplicarlo específicamente en el diseño de aplicaciones de RV para la enseñanza del cultivo y producción de la panela. Con base en lo anterior, este estudio busca plantear una respuesta a la pregunta: ¿Cómo puede ser aplicado el Design Thinking en el proceso de diseño de una aplicación de realidad virtual para mejorar la enseñanza del cultivo y producción de la panela? El objetivo principal de este trabajo es desarrollar una aplicación de RV que mejore el aprendizaje del cultivo y producción de la panela mediante el uso del Design Thinking. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un proceso de diseño centrado en el usuario, siguiendo los pasos del Design Thinking incorporados a la metodología para el desarrollo de productos interactivos. Se realizaron

entrevistas y encuestas con expertos en el cultivo y producción de la panela, así como con potenciales usuarios de la aplicación, para entender sus necesidades y deseos. A partir de esta información, se desarrollaron prototipos de la aplicación, los cuales fueron evaluados mediante pruebas con usuarios. Finalmente, los resultados del estudio mostraron que el enfoque en el pensamiento de diseño mejoró significativamente la eficacia del diseño de la aplicación en el aprendizaje de los participantes. Además, los prototipos obtuvieron una alta valoración de usabilidad por parte de los participantes. En conclusión, se mostró que el pensamiento de diseño es una herramienta valiosa para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual educativas y estrategias de conservación del patrimonio histórico inmaterial.

2. Marco de referencia

En este apartado se realiza la descripción conceptual de design thinking, la metodología de desarrollo desde el diseño técnico y la metodología de desarrollo desde el desarrollo de contenidos para aplicativos de RV, la cual se puede describir como un dominio técnico y científico que usa la computación e interfaces para simular un entorno virtual y el comportamiento de entidades tridimensionales que interactúan en tiempo real entre ellas y con uno o más usuarios de forma pseudo-natural por medio de los canales sensoriales, basado en la definición técnica propuesta por Philippe Fuchs, Guillaume Moreau y Pascal Guitton [10].

2.1. Design thinking

El desarrollo y diseño de experiencias interactivas de realidad virtual basado en el uso de design thinking como método da cabida a que en todas las etapas de desarrollo haya una involucración interdisciplinaria que aplique diferentes métodos y herramientas, así como propone Stickdorn en una de las definiciones de design thinking [11].

Se puede describir como un método con aproximaciones desordenadas de desarrollo que aunque parte de estructuras de procesos lineales ordenados [12] se puede volver y adelantar entre etapa y etapa donde las herramientas pueden verse replanteadas o evolucionadas en distintas etapas de un proyecto, todo esto con el objetivo de ganar tanta comprensión como sea posible para dar solución a un problema de diseño para que este sea implementado y usado por distintos usuarios perfectamente en las distintas etapas del ciclo de vida del producto.

Los patrones de pensamiento creativo para el desarrollo de experiencias de realidad virtual utilizados en este estudio se basan en el método de doble diamante propuesto por primera vez por Banathy, 1996 que después fue popularizado por el British Design Council y la empresa IDEO en 2008, este refleja el proceso de desarrollo desde la investigación para el hallazgo del problema, pasando por una posible solución de la idea hasta el resultado o solución definitiva pasando por fases de evaluación centradas en el usuario [13]. Éste refleja el proceso de desarrollo, desde la investigación para el hallazgo del problema, la generación de las ideas, el resultado o solución definitiva, y la evaluación centrada en el usuario [14]. Las fases del modelo de doble diamante utilizadas siguen la siguiente secuencia: Empatía, Definición, Ideación, Prototipado, Evaluación; tal como se muestra en la [Figura 1](#) [15].

- *Empatía (Descubrir):* en esta fase se generan ideas de oportunidades de acción, hacia la definición en la cual se escoge una oportunidad con la cual se va a trabajar. La primera parte del diamante (divergente) se centra en descubrir el problema y conocer el usuario, por medio de herramientas como mapas de empatía, lluvia de ideas, salidas de campo o entrevistas con total libertad en el planteamiento de hipótesis.

- *Definición:* la segunda fase de este primer diamante de investigación (convergente) y proceso de empatía es la definición donde se comparan, se decide y se seleccionan posibles soluciones en un entorno más estructurado. Esta decisión puede ser descartada o evolucionada en el transcurso del proyecto. Este punto intermedio entre los dos diamantes, es de gran impacto en el desarrollo de experiencias inmersivas VR. Esta definición queda consignada en el Brief, documento que mantendrá la orientación conceptual del proyecto, y los requerimientos. Este documento es especialmente útil en el desarrollo para de realidad virtual, ya que ayuda a evitar desviaciones conceptuales que dificultan el desarrollo e implementación de la solución [12].

- *Ideación (Diseñar):* en la zona divergente del segundo diamante hay nuevamente un espacio creativo donde se generan y diseñan posibles soluciones e ideas. En esta fase, se usan herramientas como: Customer Journey Map, Storyboards, Concept-Boards, entre otros, para explorar narrativas en realidad virtual que puedan dar una visión del producto ideal.

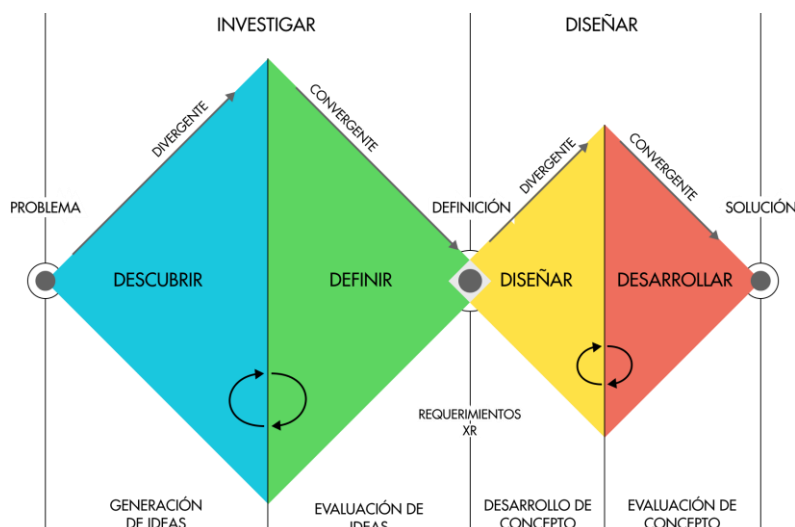


Figura 1. Esquema de doble diamante utilizado en este estudio basado en el esquema propuesto el British Design Council y Stickdorn, 2012.

- **Prototipado (Desarrollar):** al hacer una selección de ideas, se puede empezar una aproximación con un nivel de fidelidad superior, descartando las ideas fallidas y continuando con las viables. El prototipado para experiencias de VR, usa herramientas para la elaboración de prototipos con distintas aproximaciones de fidelidad, como ShapesXR, una herramienta usada en esta fase para la creación de contenido 3D, dentro de un entorno tridimensional virtual [16]. Dicha herramienta se apoya al uso de las gafas de realidad virtual lo cual brinda mayor desenvolvimiento por parte del diseñador para la adecuación de los objetos en un escenario más inmersivo y acorde para la comunicación de las ideas propuestas con todo el equipo de investigación y se usa para la elaboración de prototipos de baja fidelidad [17].

- **Evaluación:** la retroalimentación que dan los usuarios al hacer uso de las experiencias diseñadas dirige pautas que pueden ser implementadas como mejoras y una mejor solución del problema de diseño. Actualmente el tener espacios controlados donde se hacen estas pruebas y un objetivo de estudio puede otorgar un mejor resultado. Algunos equipos de realidad virtual cuentan con facilidades que permiten estas pruebas como lo son la captura de pantalla de lo que ve la persona, seguimiento ocular en equipos específicos, captura de video de movimientos y reacciones de los usuarios, entre otros.

2.2. Trabajos relacionados

El uso del Design Thinking en el diseño de aplicaciones de Realidad Virtual (VR) se ha convertido en una tendencia en investigaciones recientes, ya que permite

desarrollar experiencias educativas inmersivas y mejorar la enseñanza en diferentes ámbitos. Un estudio realizado por Cecotti y colaboradores (2020) exploró cómo el Design Thinking se aplicó en el diseño de una aplicación de VR para la enseñanza de la historia del arte en un contexto educativo [18]. Los resultados del estudio mostraron que el enfoque en el Design Thinking mejoró significativamente la eficacia de la aplicación en el aprendizaje y la usabilidad. Otro estudio llevado a cabo por Kateryna Holubchak (2020), se enfocó en el uso del Design Thinking para desarrollar una aplicación de VR para la enseñanza de la arquitectura [19]. Los resultados demostraron que el Design Thinking incrementa la eficacia del aprendizaje y la usabilidad de los desarrollos.

La investigación desarrollada por Zhou y colaboradores (2021) exploró cómo el Design Thinking se aplicó en el diseño de una aplicación de VR para la enseñanza de la anatomía humana [20]. Concluyeron que la integración del Design Thinking vinculado al proceso de desarrollo de aplicaciones VR contribuyó en la enseñanza de la anatomía. En el ámbito de la medicina, un estudio llevado a cabo por Pulijala y colaboradores (2018) investigó cómo el Design Thinking se aplicó en el diseño de una aplicación de VR para la formación de cirujanos [21]. Esta inclusión de VR permitió mejorar el proceso de enseñanza y entrenamiento de procesos quirúrgicos antes de que estos sean desarrollados en pacientes.

El Design thinking también es utilizado como instancia para reunir tanto a los investigadores, los usuarios y a las partes interesadas en la ejecución del proyecto y con ellos poder proponer ideas mucho más innovadoras. El proceso para la creación de productos interactivos

requiere de un gran suministro de información proveniente de diferentes áreas de investigación, como lo proponen Roberto y colaboradores en su metodología “Create Innovation Pack Process”, el design thinking potencia al trabajo multidisciplinar para desarrollar productos interactivos con un grado mayor de innovación, sumándole a esto el uso de tecnologías inmersivas como la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual [22]. En concordancia a la manera en la que Fischer implementa el Design Thinking para el impulso de resultados creativos que den respuesta a diferentes desafíos sociales y la creciente tendencia del uso de nuevos medios digitales en la era digital surgente, son aspectos que se toman como puntos de partida para el desarrollo del caso de estudio de una herramienta que contribuya a la divulgación y conservación del patrimonio histórico inmaterial [23].

2.3. Metodología de desarrollo - diseño técnico

Como resultado de la investigación desarrollada por Hincapié et al (2016) plantearon una metodología desde el diseño técnico para el desarrollo de aplicaciones para la reactivación del patrimonio cultural [24]. La metodología utiliza estos 3 elementos: marco de referencia, matriz de referencia y guía de aplicación, donde se evalúa un panorama técnico de las soluciones que se pueden desarrollar en los proyectos, las referencias que deben seguir y una guía de aplicación y uso que permite tomar la decisión más adecuada para la solución. Como resultado muestra:

- Recolección de la información histórica que se busca rescatar (sitios históricos, eventos, tradiciones, etc)
- Pruebas de campo o acercamiento para valorar la intervención tecnológica para determinar requerimientos.
- Diseño y modelado del dominio del problema y esquematización de la aplicación.
- Prototipo funcional del componente.
- Prueba de campo del prototipo.

Los autores proponen que, por medio de la metodología, las actividades y las herramientas de recolección, permiten dinamizar el desarrollo del proyecto evaluando anticipada y de manera precisa los aspectos sujetos a cambios.

2.4. Metodología de desarrollo de contenidos

Teniendo en cuenta lo descrito por José María Cuenca López y Myriam Martín Cáceres de la Universidad de Huelva, quienes desde su artículo explican que “el patrimonio adquiere un sentido social que justifica

plenamente la necesidad de su conservación, al mismo tiempo que deben desarrollarse posturas que apoyen la formación de ciudadanos comprometidos y críticos a partir de esa conformación y respeto identitario”, los autores plantean el escenario donde convergen los formatos digitales con la interacción, participación y construcción colectiva del patrimonio está liderado por la integración de la tecnología como el factor facilitador de la relación directa con el patrimonio y su conservación [24].

Las actividades que hacen parte de la metodología desde el desarrollo de los contenidos están descritas en la **Figura 2**.

3. Materiales y métodos

Se desarrolló un proceso integrador entre las etapas de la metodología de pensamiento de diseño junto con las metodologías anteriormente mencionadas partiendo de la empatía, donde se hicieron los acercamientos a la comunidad de güepsana y conoció sobre el proceso de la panela. Posterior a ello se integran las etapas de definición e ideación donde se definen los requerimientos técnicos y de usabilidad y se desarrollan las primeras alternativas de solución del problema. Para finalizar el desarrollo se diseña un prototipo que es sometido a pruebas técnicas y de usabilidad con usuarios líderes y expertos.

4. Caso de estudio

El Centro de Interpretación de la caña y la panela – CUNYAYA es un proyecto de investigación desarrollado por miembros de la comunidad académica y de investigación de la Escuela de Diseño Industrial y la Escuela de Música de la UIS y la Alcaldía Municipal de Güepsa, Santander en alianza de MINCIENCIAS y la Fundación Álvaro Quiroga que tiene como propósito principal rescatar el valor de los oficios regionales y dar sentido, identidad y pertinencia cultural a la tradición cañicultora y panelera del municipio y la región. En el marco del proyecto nombrado se centró el desarrollo de un aplicativo de Realidad Virtual para la inclusión de un producto interactivo que permitiera ilustrar y enseñar sobre el proceso de fabricación de la panela.

4.1. Diseño de producto interactivo por medio del Design Thinking

La metodología del Design thinking para el desarrollo de productos digitales en la tecnología de VR se puede contemplar en cada una de sus etapas que son: Empatizar, Definición, Ideación, Prototipado y Testeo.

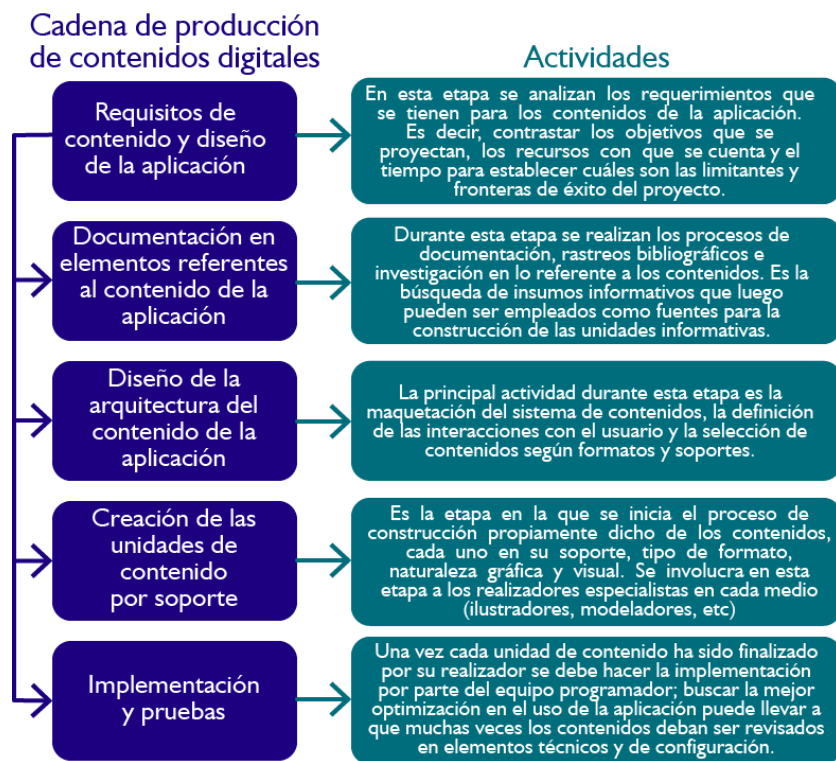


Figura 2. Flujo de Trabajo del Proyecto basado en la metodología de desarrollo desde el desarrollo de contenidos.

Junto con ellas en algunas etapas se lleva a cabo algunas etapas de verificación de las actividades, tal como se observa en la [Figura 3](#).

4.1.1. Empatizar

El proceso del Design Thinking, comienza con la empatía donde algunas subetapas iniciales ayudan a germinar un punto inicial de la investigación del tema como parte preliminar para un apropiamiento cognitivo y contextual del problema como se observa en la [Figura 4](#).

- *Planteamiento y contextualización:* en esta subetapa de la empatización se obtiene un primer acercamiento hacia la idea del proyecto. En este punto se llevan a cabo las respectivas reuniones iniciales junto con el cliente y los miembros principales del proyecto, los cuales llevarán a cabo un trabajo de socialización teniendo en cuenta las aproximaciones, los deseos, y las necesidades que tiene o que puede llegar necesitar tanto el cliente como el mismo equipo de trabajo. Aquí se hace un breve diagnóstico de todo el contexto del problema, el escenario de trabajo y las posibles oportunidades de diseño que se pueden llegar a generar. Anexo al trabajo de diagnóstico, se realiza una distribución de tiempos y tareas mediante la herramienta del diagrama de Gantt, para mejorar la eficiencia en la programación de cada fase metodológica.

- *Investigación:* para la etapa de investigación se hizo la búsqueda de toda la información perteneciente al tema principal que se escogió como punto de partida (Patrimonio Cultural e Inmaterial del Proceso panelero) y que sirve como punto de inicio a todo el proceso creativo. En esta etapa se tiene como ayuda principal, la colaboración de una Museógrafa, quien es la encargada de proporcionar los lineamientos para la generación de la experiencia interactiva.

- *Investigación tecnológica:* una sub-etapa de la investigación se enfoca en el reconocimiento del entorno tecnológico que se usó, en este caso, se profundiza más acerca de RV, todo lo relacionado con las herramientas y ecosistemas que lo rodean.

- *Identificación de necesidades:* siendo una metodología centrada en el usuario, esta etapa resulta fundamental para el desenvolvimiento de todas las tareas que la preceden. Para esta fase se utilizaron diversas herramientas para tener un contacto más cercano con el usuario. Para conocer más acerca del proceso panelero, se realizan diferentes tipos de trabajos de campo, en los cuales se recopilan datos importantes mediante fuentes orales, y material audiovisual, junto con la recopilación de carga histórica mediante entrevistas a los actores principales de dicho proceso panelero. Se finaliza con la síntesis de la información extraída de las entrevistas y



Figura 3. Diagrama de procesos de actividades por secciones del Design Thinking para VR.

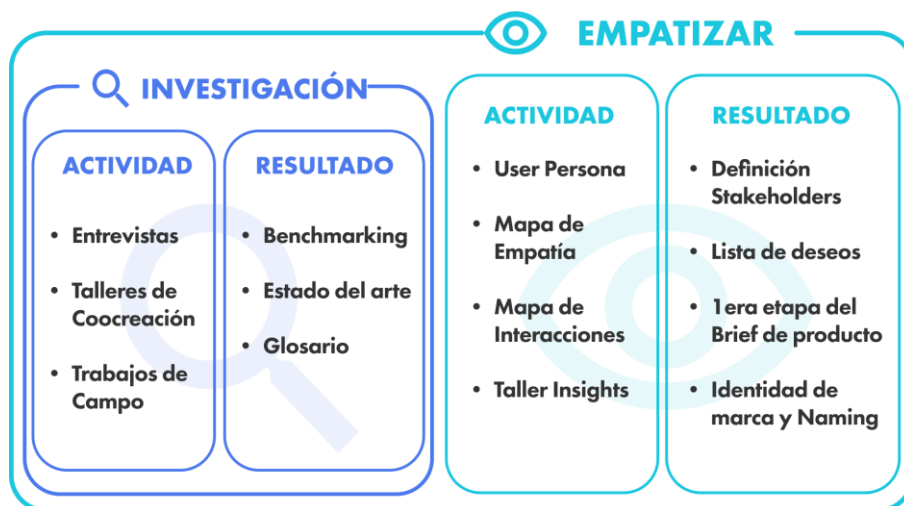


Figura 4. Diagrama de la Fase de Empatía.

validada con un grupo focal. A la par que se realiza esto, también se llevan a cabo ejercicios de marketing en donde los diseñadores encargados, logran crear una conexión con los usuarios haciendo posible una transformación de datos bajo una perspectiva más humanizada, la cual facilita que la información contenga una carga de significación para los usuarios, teniendo como fin, generar estrategias de valor que permitan aportar al producto final. Esto es llevado a cabo mediante un taller de Insights y Naming.

4.1.2. Definición

Para esta etapa se pretende concebir un primer vistazo a la idea general que sirve como pilar para la toma de decisiones y pueda estar sujeta a cualquier cambio necesario junto con la verificación continua de los estándares de calidad (véase Figura 5).

▪ *Análisis del problema:* junto con la información recopilada anteriormente, el equipo de trabajo encabezado por la Museógrafa, define el primer vistazo a la concepción del centro de interpretación, mediante la

creación de un pre-guion, el cual contiene el objetivo de la experiencia museal y los temas a tratar en cuatro ejes curatoriales: La caña en Güepsa, Los campesinos de la panela, Producción panelera, Caña y panela con los cinco sentidos. Cada uno de los ejes curatoriales, contienen la información necesaria para conocer todo acerca de la producción tradicional de la panela, desde historia, regiones, procesos y actores principales que le dan vida y continúan divulgando dicho patrimonio entre generaciones. Dentro de este aspecto, se definió como problema base, la manera de contribuir a la divulgación del Proceso Panelero mediante el uso de la tecnología de VR, siendo el tema de este artículo de investigación.

▪ *Definición de requerimientos y producto:* para la etapa de definición de requerimientos y junto con la exploración de la tecnología previamente realizada, se elaboran los requerimientos iniciales para la experiencia de Realidad Virtual, definiendo aspectos como seguridad, alcances, duración de experiencia, usuarios y logística. Teniendo así, los preliminares que se deben tener en cuenta para el diseño de la experiencia de realidad virtual. Para esta fase es muy importante definir

los requerimientos tanto técnicos, de tecnología, del escenario, entre otros. Tomando en cuenta plantillas como el PRS (Product Requirement Specification por sus siglas en inglés) en la cual se registran todos los aspectos de requerimientos a tener en cuenta.

4.1.3. Ideación

La etapa más creativa de todo el proceso, en donde los diseñadores toman parte principal para su desarrollo, en esta fase se utiliza diversos instrumentos tanto individuales como colectivos, en donde se busca confluir a la mejor y más viable idea que posteriormente se llevará a desarrollo (véase Figura 6).

▪ *Generación de ideas:* Se ponen en uso herramientas como Brainstorming y actividades de co-creación, que dan como resultado un documento compuesto por un moodboard y un concept board, que establecen las bases conceptuales del proyecto. En la fase de ideación de la experiencia VR, se realiza una investigación de las fases realizadas en la producción panelera de la cual se denota un proceso paso a paso el cual fue dividido en dos partes, teniendo en cuenta la locación de cada una de ellas. En donde se concibe el primer paso, la cosecha y recolecta de la caña, la cual tiene su locación en el Cañaduzal, y la segunda parte centrada en la transformación de la materia prima en el producto final, la cual se lleva a cabo en el Trapiche, dos lugares diferentes en los cuales se conciben dos partes importantes del proceso panelero.

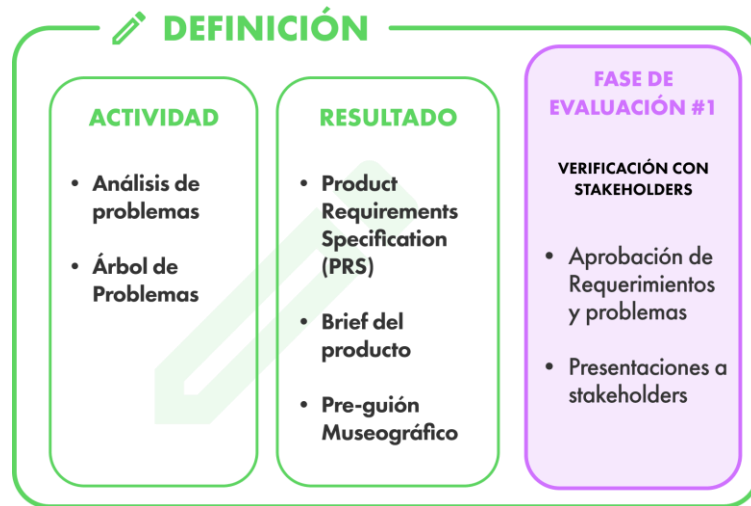


Figura 5. Diagrama de la Fase de Definición.

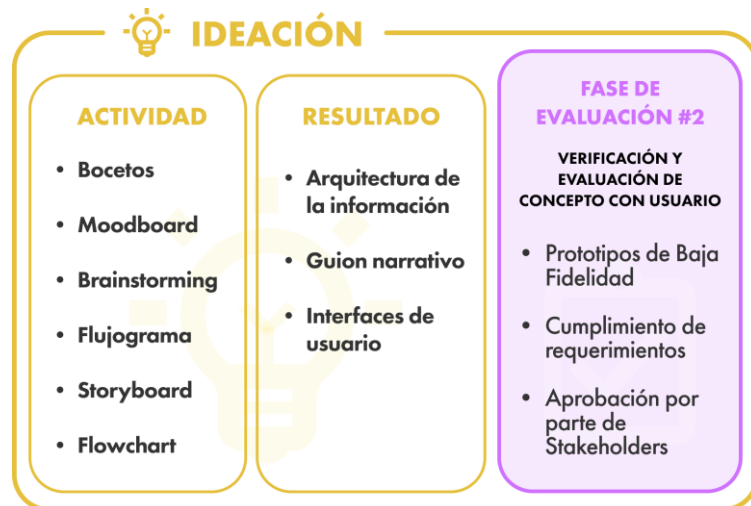


Figura 6. Diagrama de la Fase de Ideación.

- *Narrativa y arquitectura de la información:* Partiendo desde el punto de la divulgación del patrimonio cultural, se puede tomar dicho proceso como una narrativa y junto con su desarrollo lineal, este es fácil de relacionarlo con una historia. Es por eso que, se plantea dicha divulgación con una estructura narrativa, en la cual, junto con la tecnología VR se establece de esta manera una mejor apropiación del conocimiento cultural, apoyado de la inmersión que permite la misma. Así mismo, junto con los alcances de la dicha tecnología se establecen dos posibilidades de abordar el proceso panelero, el primero, mediante una ayuda didáctica, pasiva e inmersiva usando videos 360 grados. Y por otro lado, la inmersión activa que se puede generar mediante entornos virtuales completamente simulados, acompañado de la gamificación. En cuanto a la narrativa, es preciso decir que el término historia hace referencia a los acontecimientos que se dan dentro de un mundo narrativo, siendo este la base en la cual se fundamenta la experiencia de realidad virtual, y para ello se crean diferentes guiones para cada una de las locaciones previamente planteadas, como un primer vistazo de lo que se puede ir transformando en el prototipo de la experiencia. Cada etapa del proceso panelero se hace con un tratamiento distinto, debido a la naturaleza de su interacción, pero se mantiene el factor narrativo dentro de las dos, utilizando elementos tales como un personaje principal que servirá como guía en todas las experiencias.

4.1.4. Recolección y construcción

Esta etapa no es tomada en cuenta como principal dentro de la metodología del Design thinking tradicional, pero para el caso del diseño de experiencias de realidad virtual, cobra una mayor importancia debido a que puede ser una etapa predecesora o incluso adyacente a la fase de Prototipado, el objetivo de esta fase es la logística para la recolección de los objetos que componen los videojuegos y las aplicaciones digitales.

- *Recolección y captura de objetos:* aquí se realiza la toma de todos los recursos multimedia requeridos para el desarrollo de las experiencias. Mediante trabajo de campo, se recolectan recursos como: fotografías (véase [Figura 7](#)) y videos de las respectivas áreas del proceso panelero, la recolección a detalle de cada uno de los sonidos que envuelven la experiencia cultural.
- *Construcción de Assets:* el modelado 3D y el diseño de escenarios virtuales son las principales tareas que componen esta fase, debido a que no todos los elementos recopilados previamente se pueden utilizar para la etapa de postproducción. Es por ello que todo el trabajo de esta fase se fundamenta en el diseño asistido por computadora (CAD), mediante el uso de software

especializado en el modelado 3d como Blender, [Figura 8](#), usando para la recreación de los escenarios virtuales y la creación de los elementos interactivos que componen toda la experiencia inmersiva.

4.1.5. Prototipado

En la fase de prototipado ([Figura 9](#)) se elaboran artefactos que se usarán para realizar pruebas de verificación con usuarios.

Diseño y montaje de la aplicación: el desarrollo de la experiencia de realidad virtual requiere de varias fases, para definir: Interacciones de control, puntos de vista del usuario, objetos estáticos y objetos dinámicos. Para ello, se realizaron dos prototipos. En primera instancia se lleva a cabo la iteración con el escenario, los modelos 3D y las dimensiones del prototipo, para ellos se utiliza la herramienta Shapes Xr, encargada de facilitar la materialización de storyboards inmersivos y permitiendo colocar modelos 3d e interfaces en escenas secuenciales. Luego, se construye una versión inicial de los escenarios con sus respectivos modelos y se verifican. Finalmente, se obtiene el primer prototipo llamado “Prototipo A” (véase [Figura 10](#)).

Una vez verificados los modelos, escogido las fases de cada escenario y la disposición de cada uno de los elementos, se procede a la elaboración del Prototipo “B”, el cual se desarrolla con el motor de videojuegos Unity (véase [Figura 11](#)).

4.1.6. Pruebas y Testeo

En la etapa final de la metodología se realizan evaluaciones en búsqueda de mejoras y detalles adicionales para incorporar en el prototipo (véase [Tabla 1](#)).

Se realizaron pruebas con usuarios, esta prueba piloto, se realizó con 18 personas, para evaluar algunos aspectos del prototipo inicial de la experiencia de Realidad virtual con una duración de tres minutos (ver [Figura 12](#)). Al finalizar esta prueba se realizan encuestas para medir la usabilidad con la herramienta System Usability Scale o más conocida como SUS, junto con escalas de percepción de la aplicación [25].

Tabla 1. Resultados evaluación SUS

Excelente		Bueno		Okay		Pobre		Deficiente	
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
25	60	14	33	0	0	3	7,1	0	0

Los resultados mostraron que el 60% considero “Excelente” la usabilidad de la aplicación, seguido de un 33% que lo considero “Bueno”. Adicionalmente, esta evaluación permitió identificar que algunas indicaciones dentro de la aplicación no eran claras, lo que brinda oportunidades de mejora.

Respecto al diferencial semántico los resultados fueron satisfactorios, como se observa en la **Figura 13**, generando a los usuarios una percepción deseada del producto.

En la **Figura 14** se relaciona el Diagrama de la Fase de Testeo.



Figura 7. Salida de campo, captura de texturas, toma de referencias visuales para el modelado 3D.

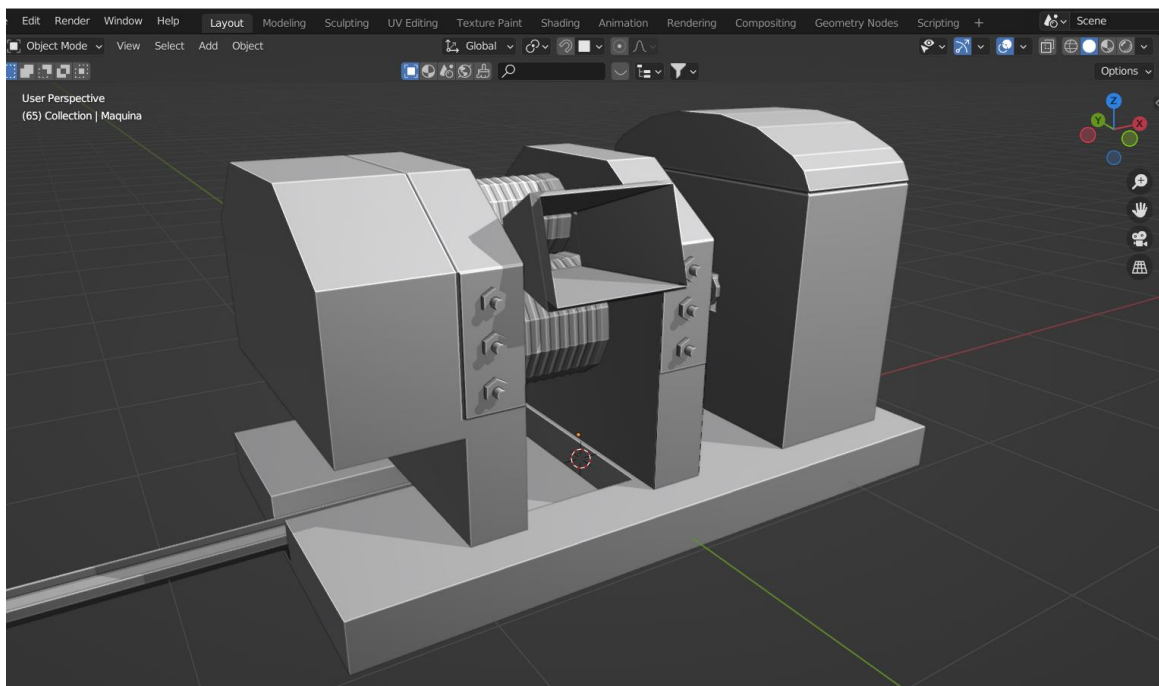


Figura 8. Modelo de Trapiche en el software de modelado 3D Blender Optimizado para Realidad Virtual.

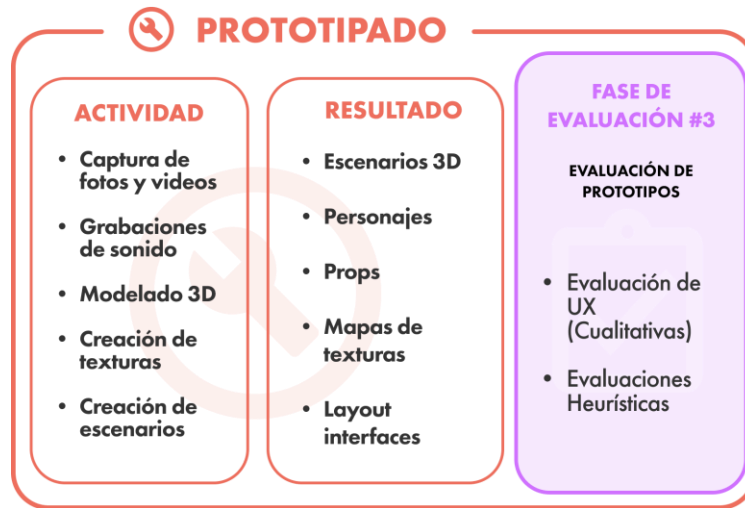


Figura 9 Diagrama de la Fase de Prototipado.

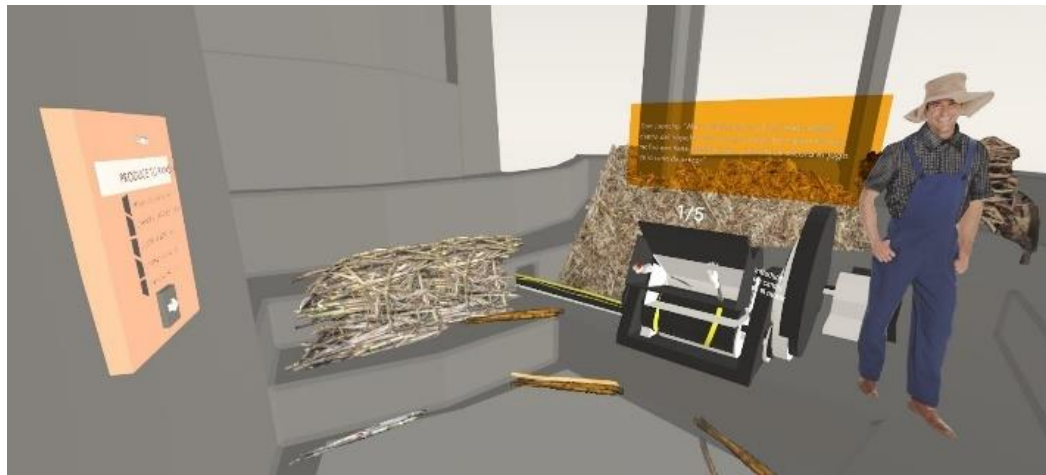


Figura 10. Prototipo A. (Herramienta usada: Shapes Xr).

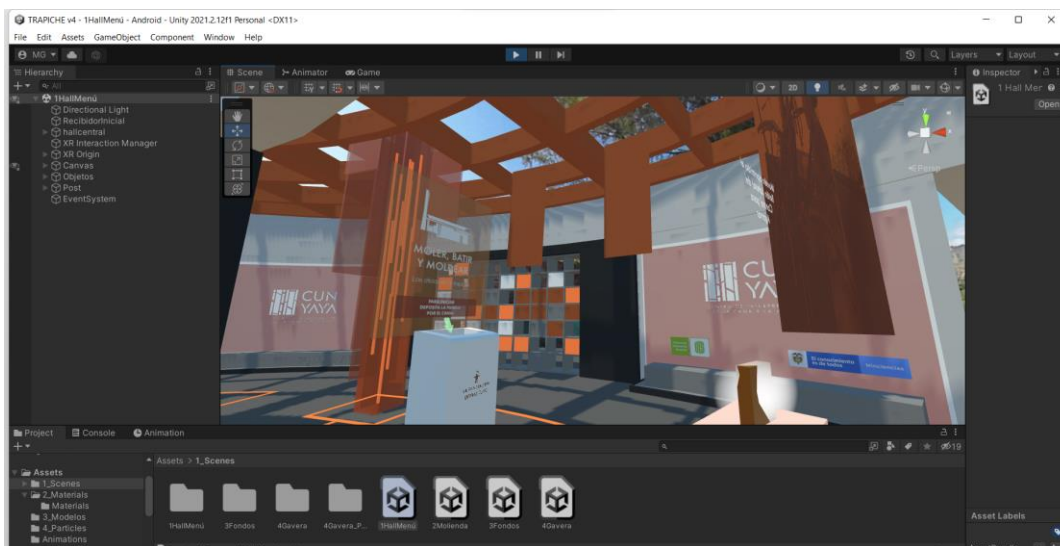


Figura 11. Prototipo B. (Herramienta usada: Unity).



Figura 12. Captura de prueba con usuario realizada.



Figura 13. Diferencial Semántico, promedio de los resultados obtenidos al haber realizado las validaciones con usuarios.



Figura 14. Diagrama de la Fase de Testeo.

- **Diseño de detalle:** teniendo en cuenta los detalles estéticos que se requieren para el videojuego se eligen e incorporan los assets principales, que son requeridos para el montaje final en la plataforma Unity, aquí se definieron las texturas y se crearon sus respectivos mapas de texturas para cada uno de los modelos desarrollados, también se tiene en cuenta la adecuación de videos realizados en pantalla verde, los cuales muestran al personaje principal y guía del videojuego, adecuando luces y sonidos para el mismo.

- **Verificación:** junto con los prototipos previamente realizados y detallados en la etapa anterior, se hace una evaluación de cumplimiento de los requerimientos que debe poseer el producto. Para la primera prueba se ejecuta directamente desde el dispositivo Oculus Quest 2 haciendo uso de la aplicación Shapes Xr. Mientras que para el segundo prototipo se realiza la prueba con 42 participantes (19 Hombres y 23 Mujeres) en un rango de edad de 18 a 25 años. Se evaluó el conocimiento antes y después de usar la aplicación. Se identificó que el grupo obtuvo un promedio de conocimiento previo de 12,45 (8,14) antes de la prueba y un conocimiento promedio de 34,85(5,15) después, como se observa en la **Figura 15**.

- Se presenta un incremento de conocimiento superior a 22 puntos. Posteriormente, se aplicó una prueba de contraste de hipótesis para establecer la existencia de diferencias significativas entre el conocimiento antes y después del uso de la aplicación. Se aplicó la prueba T-student, encontrando un p-valor de 0,000, por lo que se acepta la hipótesis del investigador, evidenciando diferencias significativas entre el conocimiento antes comparado con el conocimiento después de usar la aplicación.

5. Conclusiones

La versatilidad de la realidad virtual se ha convertido en una herramienta utilizada gracias a la variedad de recursos. La inclusión de las tecnologías emergentes en

el desarrollo cultural representa un instrumento innovador y muy accesible para proyectos similares.

Como resultado del proyecto se confirma que la sinergia entre la museología y el diseño industrial componen una relación de suma importancia con la que se puede lograr el objetivo de salvaguardar las tradiciones y el patrimonio cultural e inmaterial de una comunidad. La ventaja identificada en la aplicación de estas tecnologías en los centros de interpretación permite la educación de los procesos minimizando los riesgos de sufrir accidentes en los trapiches durante las visitas de campo.

La metodología empleada, uniendo las líneas del design thinking y las pautas en los desarrollos de productos de RV, logra una coordinación ideal en la creación y diseño puesto que combina la visión empática e iterativa del diseño con las actividades técnicas empleadas por los desarrolladores. Además, la inclusión del factor humano en todo el proceso de desarrollo le da a la comunidad una apropiación social y emotiva sobre los desarrollos en el centro de interpretación, no solo para los desarrollos de RV sino para todo lo dispuesto en CUNYAYA.

El desarrollo de un espacio dedicado a la conservación y la divulgación de los oficios tradicionales de la producción panelera sientan un punto de partida para la salvaguardia de los valores autóctonos de una comunidad y así contribuir a la historia patrimonial y la mejora de la calidad de vida de las personas.

Financiación

Proyecto Minciencias titulado “Investigación para la innovación en museografía enfocada en el rescate del patrimonio histórico y cultural de los oficios: caso componente interactivo del museo de la panela y la caña” de la convocatoria 1020-2020 de investigarte 2.0.

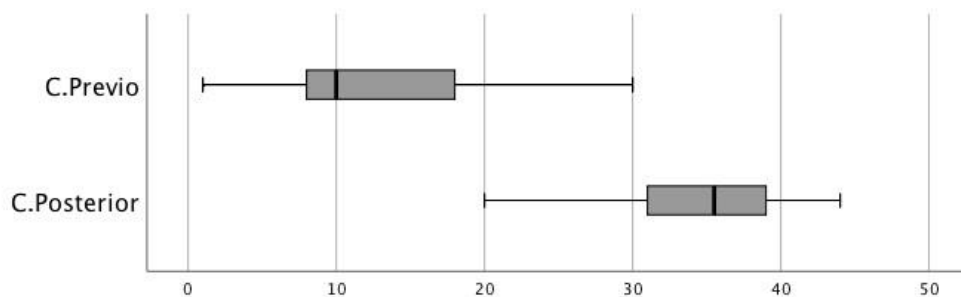


Figura 15. Conocimiento previo Vs Conocimiento Posterior al uso de la aplicación.

Contribuciones de los autores

L. Bautista-Rojas: Curación de datos, Análisis formal, Adquisición de fondos, Administración de proyectos, Supervisión, Validación, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición. B. Beltrán-Pineda: Adquisición de fondos, Investigación, Administración del proyecto, Supervisión, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición. M. González-Breton: Conceptualización, Análisis Formal, Investigación, Metodología, Software, Validación, Visualización, Redacción – borrador original. H. Cobos-Viviescas: Conceptualización, Investigación, Software, Visualización, Redacción – borrador original.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional

No aplica.

Declaración de consentimiento informado

No aplica

Referencias

- [1] H. J. A. Cobos Viviescas, M. F. Gonzalez Breton, “Aplicación de Realidad Virtual (VR) enfocada a la experiencia interactiva del proceso de la panela, vinculado al proyecto de investigación para la innovación de museografía enfocada en el rescate del patrimonio histórico y cultural de los oficios: Caso componente interactivo del Centro de Interpretación de la Panela y la Caña.” trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander, 2022.
- [2] D. Benyon and A. Resmini, “User Experience in Cross-channel Ecosystems,” *Proceedings of the 31st International BCS Human Computer Interaction Conference* 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.14236/ewic/HCI2017.38>
- [3] J. Carroll, *Human-Computer Interaction in the New Millennium*. 2001.
- [4] F. Vegas Molina, “Herramientas para el diseño de producción en videoclip 360 como modelo ante la necesidad de un producto audiovisual más inmersivo,” *Rev. Comun. la SEECI*, no. 54, pp. 65–92, 2021, doi: <https://doi.org/10.15198/seeci.2021.54.e720>
- [5] M. Arias Chaves, “La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software,” *InterSedes Rev. las Sedes Reg.*, vol. 6, pp. 1–13, 2005.
- [6] A. Iñiguez Carrillo, M. Garcia-Ruiz, “Evaluación de Usabilidad de un Ambiente Virtual en 3D,” *Rev. Faz*, vol. 3, pp. 56–67, 2009.
- [7] G. Peralta Domínguez and P. C. Santana-Mancilla, “Mejorando la experiencia del turismo cultural con un prototipo de realidad virtual,” *Rev. Comput. Sci.*, vol. 76, pp. 111–122, 2014.
- [8] M. S. Ortega and P. B. Ceballos, *Design thinking: Lidera el presente. Crea el futuro*. Esic editorial, 2015.
- [9] C. Latorre-Cosculluela et al., “Design Thinking: creatividad y pensamiento crítico en la universidad,” *Rev. electrónica Investig. Educ.*, vol. 22, pp. 1–13, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.24320/REDIE.2020.22.E28.2917>
- [10] P. Fuchs, G. Moreau, P. Guitton, *Virtual reality: Concepts and technologies*. Taylor & Francis Group, 2011.
- [11] M. S. Stickdorn, J. Schneider, *This Is Service Design Thinking: Basics-Tools-Cases*. Wiley, 2012.
- [12] S. Clatworthy, “Service design thinking,” in *Innovating for Trust*. M. Lüders, T. W. Andreassen, S. Clatworthy, and T. Hillestad, Eds. Edward Elgar, pp. 167–182, 2017 doi: <https://doi.org/10.4337/9781785369483>
- [13] IDEO, “History | IDEO | Design Thinking.” [En línea]. Disponible en: <https://designthinking.ideo.com/history>
- [14] B. L. V. Márquez, L. A. I. Hanampa, M. G. M. Portilla, “Design Thinking aplicado al Diseño de Experiencia de Usuario,” *Innovación y Softw.*, vol. 2, no. 1, pp. 6–19, 2021, doi: <https://doi.org/10.48168/innosoft.s5.a35>
- [15] M. Stickdorn, J. Schneider, K. Andrews, A. Lawrence, *This is service design thinking: Basics, tools, cases*. Wiley Hoboken, 2012.

- [16] C. Fink, “New ShapesXR Revolutionizes XR Development,” *Forbes*, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/charlifink/2021/11/11/new-shapesxr-revolutionizes-xr-development/?sh=2cea658ea230>
- [17] C. Hillmann, “UX and Experience Design: From Screen to 3D Space,” *UX XR*, pp. 117–155, 2021, doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7020-2_4
- [18] H. Cecotti, Z. Day-Scott, L. Huisinga, L. Gordo-Pelaez, “Virtual Reality for Immersive Learning in Art History,” in *2020 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, 2020, pp. 16–23. doi: <https://doi.org/10.23919/iLRN47897.2020.9155108>
- [19] K. Holubchak, “The Application of Design Thinking Methodology in Architectural Education in Ukraine: Case Study,” *Archit. Civ. Eng. Environ.*, vol. 13, no. 4, pp. 19–29, 2020, doi: <https://doi.org/10.21307/ACEE-2020-027>
- [20] Y. Zhou et al., “VR/AR Technology in Human Anatomy Teaching and Operation Training,” *J. Healthc. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: <https://doi.org/10.1155/2021/9998427>
- [21] Y. Pulijala, M. Ma, M. Pears, D. Peebles, A. Ayoub, “Effectiveness of Immersive Virtual Reality in Surgical Training—A Randomized Control Trial,” *J. Oral Maxillofac. Surg.*, vol. 76, no. 5, pp. 1065–1072, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/J.JOMS.2017.10.002>
- [22] R. A. Roberto et al., “Voxar puzzle motion: An innovative ar application proposed using design techniques,” *2016 IEEE Virtual Real. Work. K-12 Embodied Learn. through Virtual Augment. Reality, KELVAR*, pp. 11–16, Sep. 2016, doi: <https://doi.org/10.1109/KELVAR.2016.7563676>
- [23] M. Fischer, “The future of health debates? A design thinking sketch of the VR Health Arena,” *Health Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 281–290, 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/S12553-018-0220-Z/TABLES/3>
- [24] M. Hincapie, C. Diaz, M. Zapata, C. Mesias, “Methodological framework for the design and development of applications for reactivation of cultural heritage: Case study cisneros marketplace at Medellin, Colombia,” *J. Comput. Cult. Herit.*, vol. 9, pp. 8:2-8:24, 2016, doi: <https://doi.org/10.1145/2827856>
- [25] R. A. Grier, A. Bangor, P. Kortum, S. C. Peres, “The System Usability Scale: Beyond Standard Usability Testing,” en *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 2013, doi: <https://doi.org/10.1177/1541931213571042>