

1. **DATOS BÁSICO**

1.1 **Proponente:** NANCY YANETH GELVEZ GARCIA

1.2 **Documento de identidad:** 60.261.576

1.3 **Director de tesis propuesto:** Carlos Enrique Montenegro Marín, PhD

1.4 **Co-dirección:** Paulo Alonso Gaona García, PhD

1.5 **Título de la propuesta:**

Modelo de navegación, utilizando técnicas de inteligencia computacional para mejorar la experiencia en la visualización de datos históricos y culturales.

1.6 **Grupo de investigación UD:** Grupo GIIRA (Categoría A1) en alianza con Grupo Multimedia Interactiva y Animación Digital (Categoría C). Ambos grupos adscritos al programa de Doctorado en Ingeniería.

1.7 **Línea de investigación a trabajar:** Ciencias de la Computación, Human Computer Interaction.

2. **ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA**

En la actualidad, el interés por la conservación de la cultura ha crecido, lo que ha llevado a que se desarrollen múltiples investigaciones, buscando estrategias, que permitan recuperar el gusto y la identidad hacia el conocimiento y difusión de los datos históricos y culturales, ya que se ha evidenciado, que con la evolución de las tecnologías, cada vez menos personas muestran inclinación por este tipo de espacios, pero es asimismo, en dicha evolución, donde existen infinitas oportunidades para que integrando diferentes herramientas, se pueda mejorar esta tendencia, haciendo de una manera agradable y llamativa, las visitas a estos espacios de arte y conservación.

Unos de los espacios para la conservación del patrimonio histórico y cultural, son los museos; hoy en día, los expertos del arte asociado a museografía, se han encargado de buscar estrategias que permitan volver la atención y el interés de las personas por la historia y el arte, debido a que, en muchos sectores de la población, dicho interés se ha perdido a medida que pasan los años.

La museografía es una ciencia que trata los museos en su contexto, examina su organización, su carácter y su razón de ser, existen expertos investigadores que se encargan de estudiar esta ciencia y de darla a conocer al mundo, para conocer un poco más acerca de esta fascinante ciencia, se hace necesario examinar cuál ha sido la creación histórica de la idea de museo, en la actualidad significa no solo un espacio físico, sino a una metodología que se adecua a la necesidad de conservación de las obras de los artistas “una guía a la curiosidad que siempre ha despertado el arte” (Serrano, 2000). La disciplina de la museografía ha logrado posicionarse a nivel universitario, permitiendo formar profesionales investigadores en las temáticas asociadas a estudio y registro de datos culturales, y de manera general, carreras asociadas a la preservación de la información histórica, con el propósito de promover la conservación y divulgación del arte en sus múltiples expresiones.

En este apartado se estudia el uso de algunas herramientas informáticas en diferentes áreas del conocimiento, así como también su aplicabilidad en la conservación de datos históricos y culturales.

1. **Museografía**

1.1. **Definición**

La museografía está definida por la real academia de la lengua española como:

“Conjunto de técnicas y prácticas relativas al funcionamiento de un museo.” (RAE, 2014)

Esta disciplina consiste en una agrupación de técnicas que se implementan para así conformar una exposición en su disposición y presentación física en cuanto a los elementos que allí se encuentran

permitiendo estar acorde con la intención de la exposición, del autor, la temática a tratar, y/o la secuencia lógica a seguir para el cumplimiento de un recorrido en un museo/exposición.

Esta técnica reúne muchos elementos de otras ramas de estudio como la arquitectura, el diseño escenográfico, la iluminación, entre otras, con el fin de dar soporte al objetivo específico de la exposición. En algunas ocasiones la museografía se confunde con el término de la expografía, la cual es una forma de explicar la relación que se concibe entre la obra como tal y el espacio para cumplir una función en un museo.

A lo largo del desarrollo social, histórico y cultural que ha venido experimentado el mundo, se ha visto de igual manera una evolución en el desarrollo de las técnicas expositivas en diversos contextos, como una forma de apropiación del conocimiento y también a manera de acercamiento a las personas, para así lograr difundir su contenido, de igual manera con la aparición de las nuevas tecnologías, diversos museos que exponen sus colecciones propias o colecciones temporales, se han ido adaptando y han aprovechado las diferentes herramientas tecnológicas, para cumplir con el propósito propio del museo y así mantener un legado accesible a todos. Es en este punto, donde la evolución de la museografía y todo su contexto comienza a relacionarse con las tecnologías, otorgando una amplia gama de posibilidades de expansión, permitiendo interactuar con la historia y la cultura, independientemente de los lugares físicos a los cuales pertenecen los museos.

Por otro lado, es importante destacar, que luego de los diálogos que llevaron al cese al fuego y la firma de paz con la guerrilla más antigua de Colombia, se originó un periodo denominado post conflicto, entendiéndose este como el tiempo donde se da inicio a un proceso de reconciliación nacional, a partir del diseño de políticas ciudadanas, enfocadas a la construcción de ciudadanos conscientes de su pasado, de su cultura y de las posibilidades de tejer escenarios de paz y convivencia permanentes, en procura de evitar repetir los errores del pasado. Desde allí se plantea la posibilidad de ofrecer campos desde la tecnología y propiamente desde la ingeniería, para lograr alcanzar los propósitos nacionales que se han delineado a partir del cese del conflicto con este grupo armado.

2. Técnicas de visualización

En la actualidad existen varias áreas del conocimiento, han visto la posibilidad de utilizar la tecnología con la finalidad de expandir sus contenidos a toda la población posible y así resolver diversos problemas, Una de ellas es la virtualidad, área que ha encontrado una oportunidad para desarrollar un papel importante dada la necesidad de brindar nuevas estrategias para la resolución de problemas; se hace interesante entonces, realizar una revisión acerca de cómo la tecnología de visualización de contenidos ha sido adaptada a la forma de exposición de diferentes tipos de información y de igual manera, se ha abierto un espacio en muchas áreas del conocimiento.

2.1. Técnicas de realidad virtual

La realidad virtual está definida por la real academia de la lengua española como:

“Representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real” (REE, 2014)

En cuanto a realidad virtual se trata, se puede apreciar que existe un amplio nicho de investigación, donde se ha venido trabajando en diferentes campos, permitiendo así, la solución de problemas existentes de manera óptima, es tal el caso que expone Jeffrey I. en su trabajo “Baxter's Homunculus: Virtual Reality Spaces for Teleoperation in Manufacturing” (Jeffrey I. Lipton, 2017), en el cual se muestra un sistema telerobótico de bajo costo, que aprovecha la tecnología de realidad virtual y la integra con la infraestructura de control de robótica existente, el sistema se ejecuta en un motor de juego comercial utilizando hardware de realidad virtual estándar y puede implementarse en múltiples arquitecturas de red.

En medicina se han desarrollado varias investigaciones con esta tecnología de visualización, como se puede apreciar en el artículo “Cognitive Load Measurement in a Virtual Reality-Based Driving System for Autism Intervention” (Lian Zhang, 2017), en donde se trabaja con pacientes que están bajo el desorden del espectro autista y se quiere por medio de las herramientas que presta la realidad virtual enseñarles a conducir, paralelamente se hace un trabajo de medición de la carga cognitiva de los pacientes para obtener resultados que puedan servir en trabajos futuros.

Siguiendo por la rama de la medicina, en el trabajo “Use of Virtual Reality Feedback for Patients with Chronic Neck Pain and Kinesiophobia” (Karen B. Chen, 2016), se examinó cómo los individuos con y sin dolor de cuello, realizaron ejercicios bajo la influencia de la regeneración visual alterada en la realidad virtual, las personas debían hacer diversos ejercicios con su cabeza mientras estaban en un entorno de realidad virtual, y se pudo apreciar que la retroalimentación generada permitía que los movimientos fueran de mayor amplitud lo que generaba un tratamiento más rápido.

Otro artículo importante en esta rama es “Design of a Virtual Reality System for Affect Analysis in Facial Expressions (VR-SAAFE); Application to Schizophrenia” (E. Bekele, 2017), donde se presenta un nuevo sistema basado en la realidad virtual, para entender los trastornos del procesamiento de las emociones faciales, que pueden conducir a un resultado social en la esquizofrenia; se usa un entorno de virtualización donde se manejan las expresiones faciales de avatares y se estudia cómo responden pacientes con este trastorno ante los diferentes cambios.

2.2. Técnicas de realidad aumentada

La realidad aumentada se puede definir como:

“tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el ordenador” (X. Basogain, 2007)

En el ámbito de la realidad aumentada, se encuentran varios artículos y documentos que han desarrollado una gran variedad de modelos de investigación y temas enfocados a ciertos sectores de las actividades humanas, para las cuales se ha visto un posible uso de la RA; entre los campos que se han venido trabajando, se encuentran Educación, salud, entre otros, como lo expuesto en “Mobile Augmented Reality Survey: From Where We Are to Where We Go” (Dimitris Chatzopoulos, 2017), donde se presenta al lector los fundamentos de la realidad aumentada enfocada al entorno móvil, se muestra una categorización de los campos de aplicación, junto con algunos ejemplos representativos. Posteriormente, se muestra la interfaz de usuario y experiencia en aplicaciones de realidad aumentada y se continúa con los componentes del sistema central de estos sistemas. Adicionalmente se explica cómo los celulares y dispositivos móviles modernos, aunque no totalmente eficientes en el trabajo con realidad aumentada, poseen herramientas como sensores, que permiten el trabajo con esta tecnología desde otras perspectivas; se presentan aplicaciones desde el móvil a diferentes trabajos como turismo, navegación, entretenimiento, educación, etc.

La realidad aumentada y la educación, son dos componentes que han tenido un alto nivel de investigación en conjunto, como se puede apreciar en el artículo “M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository” (Javier Fombona, 2017), en el cual se realiza una recopilación y análisis de la implementación sobre las tecnologías de realidad aumentada, enfocadas al m-learning, para dar un soporte técnico y el uso como un espacio nuevo para el aprendizaje, desligándose de los espacios físicos e implementando contenido con AR (Augmented Reality), enfocado a conceptualización terminológica, cambios metodológicos, análisis de factores de uso, dimensión lúdica y motivacional, deslocalización y tema seleccionado con mayor implementación de AR. Este trabajo brinda una contextualización del modelo de investigación, ya hace referencia acerca de cómo se realiza una revisión del contenido científico existente, acerca de temas de realidad aumentada, m-learning y educación móvil;

mostrando así una manera de analizar la información obtenida para generar resultados que indiquen los factores críticos de estudio.

Otra de las implementaciones de la realidad aumentada, se plasmó en el artículo “Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns” (María-Blanca Ibáñez, 2015), en el cual se diseñó un sistema de simulación basado en realidad aumentada, que integra el conocimiento de los antecedentes y el apoyo experimental (como una herramienta de aprendizaje para enseñar principios básicos de electricidad a estudiantes de noveno grado), el objeto de estudio el grado noveno de un colegio y se hicieron comparaciones entre estudiantes que usaban ayudas de virtualización y los que no realizaban uso de ellas, se logró observar como los que utilizaban ésta herramienta de visualización, obtenían mejores resultados académicos.

Continuando en el área de la educación también se trae a colación el artículo “A Computer Aided Education System Based on Augmented Reality by Immersion to 3-D Magnetic Field” (Shinya Matsutomo, 2017), en el cual se presenta un sistema de inmersión de la visualización en tiempo real del campo magnético 3D con fines educativos. Este sistema se basa en la tecnología de la realidad aumentada, que proporciona la observación de una distribución del campo magnético y su visión estereoscópica en el espacio en 3D, usando un casco de realidad virtual. Este sistema, los usuarios (docentes / estudiantes) pueden interactuar por medio de un casco de realidad virtual con un campo magnético en 3D, no solo observando sino también manipulando y estudiando más a fondo los contenidos temáticos relacionados con los campos magnéticos.

Este tipo de visualización de la virtualidad enfocada al estudio, también se combina con las ramas de la salud para su investigación y posterior aporte, “High-Quality See-Through Surgical Guidance System Using Enhanced 3-D Autostereoscopic Augmented Reality” (Xinran Zhang, 2016), en esta investigación, se introduce un sistema tridimensional en 3D, el cual se usa como guía para hacer cirugías precisas. Esto con la finalidad de abordar y resolver la limitación del ángulo de visión, así como los problemas de degradación de precisión de la pantalla 3D autostereoscópica, se diseñó un método de visualización de imágenes médicas de alta calidad y alta precisión en 3D. Es una aplicación relevante a la MEDICINA, donde se crea un sistema que apoye las cirugías mínimamente invasivas, ya que actualmente se maneja un sistema en 3D que genera ventajas pero tiene algunos problemas en cuanto a la interacción de la mano con el ojo. El sistema propuesto, utiliza una tecnología llamada “integral videography”, que mejora mucho las capacidades de la tecnología 3D utilizada, igualmente se propone un dispositivo transparente que permite hacer una buena superposición de lo que se ve en la cirugía, junto con las imágenes proporcionadas por la guía 3D, así se generan resultados más precisos.

Continuando con el ámbito de la medicina, el trabajo titulado “Humans Can Integrate Augmented Reality Feedback in Their Sensorimotor Control of a Robotic Hand” (Francesco Clemente, 2016), hace referencia a la retroalimentación visual que es la técnica más investigada en los estudios de aprendizaje motor, donde se encontraron efectos positivos en el aprendizaje de tareas simples y complejas; sin embargo, no fue explotada en prótesis debido a limitaciones tecnológicas. En este artículo, se investigó si la información visual proporcionada en forma de realimentación de realidad aumentada, puede ser integrada por los participantes en su control sensoriomotor, la tarea consiste levantar la prótesis, mientras controla una mano robótica. Convirtiéndose en una aplicación de la realidad virtual en el área de la medicina, porque se trabaja con prótesis y la forma de hacer retroalimentación con dichas prótesis, observando cuál sería su funcionamiento con los miembros reales; en este campo se trabaja con retroalimentación por medio de señales e impulsos, pero para partes como antebrazos no funciona de manera óptima, debido a la baja sensibilidad; en este contexto se usó la realidad aumentada como fuente de retroalimentación, obteniendo buenos resultados con los pacientes que hacen uso de dicha herramienta.

La realidad aumentada también tiene un enfoque en las tecnologías de comunicación, en “Energy-Efficient Resource Allocation for Mobile Edge Computing-Based Augmented Reality Applications” (Ali Al-Shuwaili, 2017), estudia el concepto de “Mobile edge computing”, es una solución provisional para permitir aplicaciones de realidad aumentada en dispositivos móviles. En este artículo se muestra cómo aprovechar estas características para proponer un nuevo enfoque de asignación de recursos sobre la comunicación y recursos de cómputo.

Otra área de trabajo interesante es la arquitectura, en el cual ha observado un gran uso de la realidad aumentada para el manejo de planos y diseños, el autor Edoardo Patti, en su trabajo: “Information Modeling for Virtual and Augmented Reality” (Edoardo Patti, 2017), se enfoca en la construcción de edificios inteligentes, para esto se necesita recopilar información ambiental, en donde se usa una arquitectura de software distribuida, ya que esta permite la interoperabilidad entre fuentes de datos heterogéneas, ya sea dispositivos físicos, como nodos de sensores o software de terceros, donde reside la información de construcción. Además de esta infraestructura, se desarrolló una aplicación basada en Android, que presenta información de construcción ambiental integrada con datos en un entorno de realidad aumentada y virtual, permitiendo hacer un monitoreo en tiempo real de la construcción, mostrando aspectos como el consumo de energía y condiciones ambientales.

Como se ha podido observar, la realidad aumentada, permite trabajar en casi todos los aspectos de la cotidianidad, se han realizado también investigaciones acerca de cómo mejorar dicha técnica y así potencializar su uso, es el caso del trabajo titulado: “Augmented Reality Marker Hiding with Texture Deformation” (Norihiko Kawai, 2016), el cual propone un método para ocultar la realidad aumentada sin discontinuidades, alrededor de los límites de textura, incluso bajo geometría de fondo no plano sin medirlo. Esto quiere decir que cuando se hace uso de la realidad aumentada, es muy común usar la técnica de marcadores, donde en las superficies trabajadas quedan dichos marcadores y al retirarlos para una presentación formal siempre se generan discontinuidades; este artículo propone una forma de hacer este proceso dejando las imágenes limpias sin mostrar discontinuidad, siendo un aporte para el mejoramiento de esta interesante técnica.

2.3. Técnicas de realidad Mixta

Se define la tecnología de realidad mixta como:

“Integrar en un espacio coherente para los usuarios, a espacios sintetizados por computadora y espacios físicos donde se sitúa en ese instante el usuario” (Heras Lara & Villarreal Benítez, 2007)

La realidad mixta presenta gran variedad de estudios enfocados a problemáticas y a aplicaciones que ayudan a expandir la interactividad de los contextos cotidianos de las personas, las cuales cuentan con algún dispositivo de visualización apropiado para esta técnica.

En esta investigación: “Fidelity and plausibility of bimanual interaction in mixed reality” (Gregory Hough, 2015), se plantea un estudio para cuantificar la magnitud y el impacto de los errores que se producen en una interacción bimanual, es decir, cuando un actor intenta mover un objeto virtual sujetándolo entre ambas manos. Dicho artículo presenta un marco en tres etapas que capta en primer lugar la magnitud de estos errores de interacción, en segundo lugar, cuantifica su efecto sobre la audiencia de terceros y en tercer lugar, evalúa métodos para mitigar el impacto de los errores. Con el uso de la realidad mixta y bajo un entorno inmersivo, se espera que las personas que hacen uso de esta técnica y tecnologías no actúen de forma imprevista frente a los espectadores (personas que ven como el usuario interactúa con la realidad mixta), el estudio hace referencia a los casos en donde se toman objetos con ambas manos, que mientras para la persona resulta algo normal, los espectadores observan errores de sincronía; en general se buscan métodos para mitigar estos errores, este sistema busca dar apoyo a las técnicas de virtualización.

La realidad mixta y su enfoque a mejorar diversas problemáticas actuales, es una de las áreas de investigación que ha tenido un auge actualmente, como se puede apreciar en el artículo “Effect of aging, mixed reality and dual task prioritization on texting while walking” (T. Krasovsky, 2017), en el cual se realiza un estudio y aplicación de la realidad mixta enfocada al tratamiento del Texting while walking (TeWW) y así poder disminuir el número de incidentes que ocurren al enviar mensajes mientras se camina, utilizando la cámara del dispositivo que se está usando para chatear y una aplicación específica para informar sobre los objetos que pueden ser un obstáculo para la persona que se encuentra caminando y a la vez escribiendo en su celular. Esto da una idea de cómo en la realidad mixta se encuentra una posible solución de un problema de la vida diaria de las personas.

La realidad mixta también entra a ser objeto de estudio para incurrir en aspectos educativos y cognitivos, como lo muestra el artículo “A Prototype to Study Cognitive and Aesthetic Aspects of Mixed Reality Technologies” (Artur Gunia, 2017), el objetivo de esta investigación, es demostrar que las tecnologías de realidad mixta afectan fuertemente el sentido estético y los modelos mentales de las personas. Por lo tanto, al diseñar estas tecnologías, se necesita incorporar perspectivas de diferentes disciplinas. Allí se presentan diversos enfoques e implementaciones de mejoras y tecnologías cognitivas. Y así poder mostrar la interdisciplinariedad que existe en la aplicación de la realidad mixta, para aplicar de la mejor manera esta técnica; esto da pie a la inclusión de diferentes campos a la hora de trabajar con técnicas de visualización y más aún si se combina con aspectos cognitivos, por ejemplo a nivel de museológico, con el fin de apoyarse en ello para la creación de contenido interdisciplinar en los museos.

Siguiendo por el ámbito de la educación, se tiene un estudio titulado “Mixed Reality Voice Training for Lecturers” (Laura Lenz, 2017), en donde se buscó utilizar un entorno de realidad aumentada con gafas de 360 grados para ayudar a las personas que tienen que dar una lectura o impartir clases a un público, de tal forma que con una aplicación llamada VoiceLab pueden practicar y adquirir retroalimentación estudiando cómo fue su desempeño, lo que las ayudará a futuro para sus diferentes actividades.

Otro campo de estudio, ha sido el empresarial, en el cual se buscan formas de mejorar la interactividad para realizar negocios o también para generar nuevos contenidos que les den un valor agregado a los productos que normalmente se tienen, para ello se han desarrollado investigaciones como “A Mixed Reality Telepresence System for Collaborative Space Operation” (Allen J. Fairchild, 2016), en donde se muestra un sistema de realidad mixta que resulta de la integración de un sistema de telepresencia y una aplicación para mejorar la exploración del espacio colaborativo. El sistema usa tecnología de proyección inmersiva para apoyar la comunicación no verbal, incluyendo la mirada del ojo, la distancia interpersonal y la expresión facial. Dando así una combinación de dos grandes herramientas de trabajo que se tienen en la actualidad, los espacios colaborativos y las teleconferencias, logrando obtener las ventajas sin necesidad de que las personas estén reunidas en un mismo sitio, convirtiéndose en un aporte al sector empresarial y de Negocios.

Las relaciones humanas siempre han sido un factor estudiado en muchos campos de la ciencia, la realidad mixta no es ajena a este fenómeno, en el trabajo titulado: “Empathic Mixed Reality: Sharing What You Feel and Interacting with What You See” (Thammathip Piumsomboon, 2017) se realiza una investigación, acerca de cómo la tecnología de realidad mixta se puede aplicar a la creación de experiencias de Computación Empática, el cual es un campo de investigación que pretende utilizar la tecnología para crear una comprensión compartida más profunda o empatía entre las personas, buscando la creación de espacios donde las personas se sientan cómodas sin importar factores externos, muy usado en actividades de teleconferencias y servicios al cliente a distancia.

Siguiendo por el campo de lo social, otra investigación referente a espacios inteligentes es la titulada “The Mirror World: Preparing for Mixed-Reality Living” (Alessandro Ricci, 2015), en donde los autores exploran este concepto desde lo que ellos nombran como mundo del espejo, este básicamente es la aplicación de

la realidad mixta donde los sujetos de interés interactúan con un espacio físico y digital al tiempo y ven como una acción sin importar donde sea afecta a ambos lugares; el estudio tiene como fin principal mirar el comportamiento de las capacidades cognitivas de las personas frente a tecnologías como estas.

Otro campo de trabajo importante donde se ha aplicado la realidad mixta es la robótica, siendo un gran apoyo en diferentes sub-áreas que se manejan, como se ve plasmado en el artículo “Mixed reality simulation for incremental development of multi-UAV systems” (Martin Selecký, 2017), donde los autores muestran resultados en la utilización de la simulación de la realidad mixta para el desarrollo incremental de sistemas de vehículos aéreos no tripulados. En el estudio se presentaron tres casos para aumentar la versatilidad en la aplicación: (i) un sistema compuesto por un equipo heterogéneo de aviones autónomos no tripulados; (ii) un sistema de verificación de los métodos de evitación de colisiones y (iii) un sistema para la planificación de trayectorias sin colisiones para aviones deportivos ligeros; el uso de la tecnología de virtualización fue importante ya que brinda herramientas para hacer pruebas de manera más segura y menos costosa.

En la medicina se ha trabajado también la realidad mixta como se aprecia en el artículo “Removing own-limb visual feedback using mixed reality to simulate arm amputations” (Mikkel Thogersen, 2017), donde se ataca con el problema del dolor en el miembro fantasma, el cual se presenta en partes del cuerpo que se le han sido amputadas a las personas, el problema se aborda usando la visualización de la realidad mixta para dar una retroalimentación visual propia a la extremidad de los pacientes y así aplicar técnicas médicas de una mejor manera.

Otro trabajo en el área de medicina fue el planteado en “Supporting Trembling Hand Typing Using Optical See-Through Mixed Reality” (Kai Wang, 2017), en esta investigación, los autores abarcan el problema de temblor de manos en pacientes a la hora de realizar trabajos de mecanografía y se propone un sistema de visión mixta óptica transparente, que reduce los temblores de mano para que el individuo pueda escribir de una mejor manera, el sistema prácticamente estabiliza la mano del individuo superponiendo ópticamente la mano temblorosa con una mano virtual estabilizada, para producir una sensación realista de mecanografía sin ningún temblor.

3. Tecnologías de visualización de la virtualidad

3.1. Tecnologías de realidad virtual

En el trabajo con realidad virtual se investiga sobre tecnologías que apoyen y faciliten el uso de este tipo de virtualización, como se puede apreciar en el artículo “GPU-Based Realtime System for Cinematic Virtual Reality Production” (Thomas True, 2017), donde se presenta un sistema en tiempo real para la producción de realidad virtual, que incluye transferencias óptimas de datos de gran ancho de banda, procesamiento de vídeo basada en unidades de procesador gráfico y técnicas para renderizar de una mejor forma las características individuales de visualización.

3.2. Tecnologías de realidad aumentada

En cuanto a tecnologías que sirven para la implementación de la realidad aumentada, se ha querido innovar en los dispositivos que amplíen esta técnica como tal, es el caso del trabajo “Ungrounded Haptic Augmented Reality System for Displaying Roughness and Friction” (Heather Culbertson, 2017) en el cual se presenta el diseño y validación de un sistema de realidad aumentada háptica (tacto activo), que altera la rugosidad y fricción de un objeto 3D rígido. El usuario toca el objeto a través de un lápiz háptico personalizado; la punta de la aguja es una bola montada en un casquillo que tiene baja fricción interna y produce vibraciones mínimas, condiciones necesarias para crear una interacción hápticamente limpia. Se presenta un sistema que combina tecnologías de realidad aumentada y háptica, en donde un usuario interactuaba con objetos realizando cambios de fricción y rugosidad con el dispositivo (Lapiz), analizando

el comportamiento de las señales del usuario. Dando así una nueva forma de interacción con la realidad aumentada.

Otro aspecto que se ha venido trabajando en las tecnologías para el mejoramiento de la realidad aumentada, es el manejo tridimensional, para tal fin, la investigación realizada en “TunnelSlice: Freehand Subspace Acquisition Using an Egocentric Tunnel for Wearable Augmented Reality” (Hyeongmook Lee, 2016), permite estudiar el momento en que la realidad aumentada logra acercarse a una región tridimensional (3D), que incluye los objetos de interés, lo cual se ha vuelto más importante que aproximarse a objetos distantes uno por uno, por esto en este artículo se propone la tecnología TunnelSlice, que permite la adquisición natural del subespacio en una escena aumentada desde una vista egocéntrica, incluso para escenarios que involucran objetos de centro ambiguos u oclusión de objetos. Esto debido a que se presenta un inconveniente al usar la realidad aumentada cuando un usuario intenta centrarse en un objeto en particular, por eso se propone TunnelSlice que facilita la concentración en espacios de interés sin que otros objetos intervengan o afecten la percepción del mismo.

Otra aplicación a partir de tecnologías de realidad aumentada es la que se menciona en el artículo “Augmented-Reality-Based Indoor Navigation: A Comparative Analysis of Handheld Devices Versus Google Glass” (Umair Rehman, 2016), donde se hace una introducción a una aplicación de navegación en interiores de realidad aumentada, para ayudar a las personas a navegar en ambientes interiores. La aplicación se puede implementar en dispositivos electrónicos como un teléfono inteligente o un casco de realidad virtual. En particular, se ha examinado Google Glass como un dispositivo portátil en comparación con las ayudas de navegación de mano, incluyendo un teléfono inteligente y un mapa de papel. Se realizó un estudio de evaluación técnica y un estudio de factores humanos. La evaluación técnica estableció la viabilidad y fiabilidad del sistema. Siendo común el uso de dispositivos de realidad aumentada aplicada a la navegabilidad principalmente en espacios exteriores; en este artículo se trabajó con una aplicación de navegación en interiores, haciendo uso de dispositivos móviles y gafas de realidad aumentada.

Otro campo importante, es el diseño de interfaces para la realidad aumentada, en el artículo “Using Semantics to Automatically Generate Speech Interfaces for Wearable Virtual and Augmented Reality Applications” (Fabrizio Lamberti, 2016), se presenta un marco para generar automáticamente interfaces basadas en voz, para controlar aplicaciones de realidad virtual y de realidad aumentada en dispositivos portátiles. A partir de un conjunto de descripciones del lenguaje natural de las funcionalidades de la aplicación y un catálogo de iconos de uso general. Centrándose en la generación de una herramienta que permite controlar espacios de realidad aumentada por medio de comandos de voz; se hacen estudios de cómo mejorar la experiencia del usuario, facilitando las cosas al utilizar interfaz gráfica con iconos relacionándolos con los comandos de voz.

En el artículo “Augmented Reality Smart Glasses in the Smart Factory: Product Evaluation Guidelines and Review of Available Products” (Anna Syberfeldt, 2017), se presenta un proceso paso a paso eficiente para evaluar las gafas de realidad aumentada, incluyendo pautas concretas sobre qué parámetros considerar y sus valores mínimos recomendados, se demuestra el proceso de evaluación en la práctica, presentando una revisión completa de los productos actualmente disponibles junto con una recomendación final.

3.3. Tecnologías de realidad Mixta

Para la gestión y generación de la realidad mixta, es necesario contar con equipos con ciertas especificaciones que permitan la interacción entre el mundo real y las aplicaciones que tratan la información captada de la realidad, para que sirva como insumo a la funcionalidad para la cual fue diseñada la aplicación.

Una de estas tecnologías que se está trabajando en investigación se trata en el trabajo “MR360: Mixed Reality Rendering for 360° Panoramic Videos” (Taehyun Rhee, 2017), en el cual se presenta un nuevo

sistema inmersivo llamado MR360, que proporciona experiencias interactivas de realidad mixta usando un video panorámico de 360 °, mostrado en pantallas montadas en cabeza, dicho sistema utiliza la realidad mixta en el entorno panorámico de 360 grados, se utilizan equipos de última tecnología proporcionando mejores resultados en la calidad de la inmersión, mejorando texturas, luces, sombras, etc; así este sistema dará apoyo a otras aplicaciones de realidad mixta.

Una tecnología importante a trabajar en los campos de virtualización son las redes de comunicación, buscando siempre como optimizar la transmisión de datos, esto se evidencia en el artículo “On wireless networks for the era of mixed reality” (Klaus Doppler, 2017), donde los autores plantean un estudio para analizar cuál es la mejor manera de transmitir datos en el uso de realidad mixta, para esto se hace una simulación, donde se mide en transmisiones de múltiples salidas y entradas tanto de videos como imágenes.

4. Virtualidad en los museos

Como se ha podido apreciar la virtualidad está presente en muchos campos de la investigación y en general de las ciencias, en este orden de ideas, la museografía no se queda atrás y en los últimos años ha aumentado el auge de investigaciones acerca de este tema, en el trabajo “Application of Intuitive Mixed Reality Interactive System to Museum Guide Activity” (Ko-Fong Lee, 2017), se presenta un prototipo de integración de la realidad aumentada y mixta para dar apoyo a los guías, se aprovechan los teléfonos inteligentes de los usuarios y se combinan con cardboards (plataforma de realidad virtual), de esta manera se puede apreciar los diferentes objetos del museo que son descargados desde la base de datos a los teléfonos, igualmente se tiene un mapa virtual y un sello conmemorativo que añade más interacción con los usuarios.

El artículo “Walkthrough evaluation of a VR museum for the physical environment” (K. Kabassi, 2017), se centra en el experimento de evaluación de un museo de Realidad Virtual, el cual tiene exposiciones relacionadas con los olivos y el aceite de oliva. Para la implementación del experimento se usaron usuarios reales que interactuaban con las diferentes exposiciones, mientras un experto tomaba datos sobre la interacción de las personas con la tecnología, así mismo se usaba un sistema de cuestionario, en el cual los usuarios respondían preguntas; los datos obtenidos de la práctica fueron usados para evaluar y discutir futuros trabajos.

Desde una perspectiva nueva, el artículo “Creating new museum experiences for virtual reality” (Wolfgang Hürst, 2017), presenta un interesante estudio piloto, que investiga cómo se podría, crear experiencias de usuario más atractivas y mejoradas en un contexto de museo de realidad virtual. En particular, se usaron algoritmos de estilo de pintura y artísticos para presentar diferentes formas de visualización de cuadros y pinturas en general, de esta manera se hacía más agradable la interacción con este tipo de arte buscando atraer público que normalmente no estaría interesado.

Otro estudio importante para tener en cuenta, es “Towards a more effective way of presenting Virtual Reality museums exhibits” (Constantinos Terlikkas, 2014) donde se presenta el diseño, desarrollo y comparación de dos aplicaciones inmersivas con el uso de la tecnología de realidad virtual, un museo virtual siguiendo el paradigma tradicional para la colocación de exposiciones y un museo virtual donde no existen restricciones espaciales, como objetivo se tiene el identificar la mejor forma de organizar un museo cuando no se tienen limitaciones.

Es interesante analizar también las tecnologías usadas, en particular en la investigación “New Technologies and Tools for Immersive and Engaging Visitor Experiences in Museums: The Evolution of the Visit-Actor in Next-Generation Storytelling, through Augmented and Virtual Reality, and Immersive 3D Projections” (Davide Pantile, 2016), se describen las soluciones multimedia diseñadas y desarrolladas por la empresa ETT S.p.A (Electronic Technology Team), para cuatro clientes diferentes y se explica el

potencial del uso de la tecnología en museos y atracciones turísticas, así como la variedad de soluciones disponibles en el mercado.

Otra importante publicación titulada “A study of Virtual Reality experience value and learning efficiency of museum - using Shihsanhang museum as an example” (Peng-Peng Li, 2017), en donde se utilizan los sistemas de experiencia de realidad virtual introducidos por el museo de Shihsanhang a principios de 2017 en Taiwán, explorando si el incentivo del diseño de estas experiencias mejora el valor de la visita del museo, se hace un estudio completo de los beneficios que trae el uso de esta tecnología y la influencia que genera hacia los diferentes usuarios y se concluye que el uso de las herramientas tecnológicas, permiten una mayor interacción con los objetos y hace que el usuario influenciado por dicha tecnología, muestre mayor interés por estos temas.

En el uso de tecnologías puede observarse que los museos han adquirido programas que incentivan la interacción del usuario con las colecciones que se presentan, un ejemplo claro es el museo del MIT en donde al usar las Google Glass, el usuario obtiene información detallada de los objetos que está viendo la persona, en donde el usuario puede seleccionar varios tipos de opciones como: vista, visión de conjunto, código QR y empezar el tour. Estas opciones abarcan una gran variedad de posibilidades a la hora de seleccionar una visita en el museo (Mason, 2016).

Otro ejemplo es el uso de las Google Cardboards, se utiliza una aplicación visual en el celular para poder observar el entorno creado a través de la realidad aumentada, Google Cardboard son unas gafas de cartón plegable que sirven para alojar un dispositivo móvil, este tiene como objetivo ofrecer a un costo mínimo, una experiencia de realidad aumentada a los usuarios.

En el documento de “Personalized Augmented Reality Experiences in Museums using Google Cardboards” (Theodorakopoulos et al., 2017), los integrantes del grupo usan las Google Cardboards para probar el contenido de una aplicación creada para proporcionar visitas al Museo Arqueológico de Trípolis examinando las ventajas y desventajas que se tienen a la hora de usar este elemento, debido a que la tecnología de realidad aumentada es cara se analizan estos proyectos para analizar la viabilidad de un proyecto con bajos recursos.

5. Sistemas multiagentes

Los sistemas multiagentes (SMA), son sistemas que están compuestos por múltiples agentes inteligentes, los cuales interactúan entre ellos con el fin de resolver problemas complejos.

En cuanto a sistemas Multiagentes, se puede observar que los trabajos realizados en los últimos años tienen un plus a la hora de analizar una gran cantidad de información, uno de ellos es un sistema multiagente integrador de bibliotecas digitales (Sánchez-Sánchez, Jiménez-Salazar, Rodríguez-Lucatero, Villatoro-Tello, & Ramírez-De-La-Rosa, 2015), expone un sistema multiagente que realiza la búsqueda de documentos de una biblioteca virtual en donde permite al usuario realizar consultas de libros de una manera rápida y eficaz. En el artículo de Modelado de un sistema multi-agente aplicado a la predicción de la personalidad en Twitter (Padilla-navarro & Carlos, 2016), los autores del documento realizan un sistema multiagente que permite a través del test de personalidad de los cinco grandes, analizar los usuarios que están en la red social, estos datos los clasifican a través de los clasificadores de Naive Bayes y KNN, mostrando los resultados de los clasificadores de los escenarios marcados en el proyecto. Esto permite entender el uso de los Multiagentes en distintas ramas y con un propósito como lo es la agilización de información a la hora de encontrar una respuesta a lo que se plantea. Para esto se analizan un sistema específico que permita recomendar a los usuarios a través de la información que se tenga en una base de datos, estos sistemas se conocen como sistemas recomendadores.

6. Sistemas recomendadores

Los sistemas recomendadores se pueden definir como un sistema que permite sugerir al usuario información, basado en los intereses del mismo, permitiendo así, que las necesidades de los usuarios y sus gustos, sean tenidos en cuenta a la hora de mostrar contenidos.

En el trabajo de (Núñez-valdéz et al., 2012), se habla de un sistema recomendador para libros basado en el comportamiento de usuarios en donde se plantea la problemática al seleccionar libros de investigación que sean relevantes para una persona, se presenta las problemáticas que se tienen con el volumen de información, retroalimentación y capacidad de computo a la hora de procesar esos datos en tiempo real. Estos sistemas recomendadores ayudan a solucionar problemas de procesamiento de datos, a la vez que mejoran los tiempos de entrega de resultados.

Otro interesante proyecto con este tema se basa en un sistema recomendador de recursos educativos de nombre Recommend Me (Collado Sánchez, 2014). Este sistema desarrolla un algoritmo trabajado utilizando el framework Django que tiene como propósito ver las interacciones del usuario con el sistema, identificando los cursos que ofrece el programa de educación con una nota para analizar la precisión del algoritmo a la hora de ser probado.

En temas de museos se encuentra el trabajo de Beounaret y Lenne (Benouaret & Lenne, 2016), en el cual se presenta una implementación de sistemas recomendados en las colecciones de museos, debido a la basta cantidad de información con que se puede encontrar una persona al visitar el museo. Este trabajo muestra la importancia de encontrar obras de arte relevantes en un tiempo determinado al usar dispositivos móviles para guiar a las personas dentro de los museos.

Es importante ver como las diferentes herramientas tecnológicas, han incursionado en diversas áreas, con el fin de facilitar la vida de las personas, en cuanto a museografía se trata, es un escenario que aún no ha sido investigado en un amplio margen y existen un sin número de cosas por hacer, ya que los visitantes de los museos son a menudo abrumados por la información disponible en el espacio que están explorando. Sin embargo, observar y encontrar obras de arte relevantes, que pueden ser vistas en una cantidad limitada de tiempo, es una tarea crucial (Benouaret & Lenne, 2016); por consiguiente, el objetivo del trabajo es dar a conocer una propuesta diferente en la forma de ver y sentir la experiencia de los datos históricos y culturales, creando un museo único, con ayuda de herramientas computacionales, que permita a las personas disfrutar de colecciones de información de manera agradable y que sean beneficiosas para el aprendizaje.

JUSTIFICACIÓN

“Como lo señala la etimología de la palabra, el patrimonio es algo que viene de los padres, de los antepasados. Por ser un legado que se transfiere de generación en generación, está implícito que se trata de algo valioso tanto para aquellos que lo entregan como para aquellos que lo reciben. Es algo que hay que cuidar y preservar.” (Elkin, 2017)

Cuando se habla de patrimonio cultural e histórico, se encuentra que su valor proviene de diversas razones: la grandeza artística o arquitectónica, la relación entre personalidades o épocas históricamente destacadas, la tradición o la identidad, son algunos de los motivos por los cuales la riqueza cultural consigue valor patrimonial; la protección patrimonial necesita reconocer estos valores, antes de decidir qué hacer con dicho patrimonio. *“Hoy en día el patrimonio cultural está intrínsecamente ligado a los desafíos más acuciantes a los que se enfrenta toda la humanidad, que van desde el cambio climático y los desastres naturales (tales como la pérdida de biodiversidad o del acceso a agua y alimentos seguros), a los conflictos entre comunidades, la educación, la salud, la emigración, la urbanización, la marginación o las desigualdades económicas. Por ello*

se considera que el patrimonio cultural es "esencial para promover la paz y el desarrollo social, ambiental y económico sostenible".(UNESCO, 2014).

Uno de los espacios que permiten la conservación de patrimonio cultural, son los museo; los museos comenzaron a volverse populares a finales del siglo XVIII y se concibieron como un lugar, un santuario, donde se recopilan una serie de objetos, con un grado de importancia de acuerdo al interés de quien patrocinaba la creación de un espacio para mostrar dichos objetos, pero su origen se enmarca en dos hechos de suma importancia: el Coleccionismo y la Ilustración, el Coleccionismo tiene su origen en babilonia y alcanza su mayor auge con las monarquías europeas y la ilustración por su parte impulso la creación de los museos, teniendo su fin en la revolución francesa con la creación del famoso museo Louvre (1793), el cual servirá de referente para grandes museos europeos (Hernández Hernández, 1992).

En la actualidad, la mayoría de los museos se quedaron en la esencia de cuando fueron creados, por lo cual, se da una fuerte "crisis de identidad dentro de la institución museística" (Hernández Hernández, 1992), dicha crisis puede describirse en algunos aspectos, como lo son:

1. En la actualidad se ha venido evidenciando una serie de cambios, tanto históricos como tecnológicos y en la museografía dicha correspondencia entre lo teórico y lo práctico, no ha tenido la evolución que en otras áreas si se ha evidenciado.
2. En muchos casos, no existen políticas claras acerca de este tema, por el contrario, si existe una escasez de presupuesto, de personal teórico y científico,
3. La razón tal vez más importante de esta crisis, es el temor a perder la esencia del Museo como un "santuario" de una obra de arte, como dijo Eugenio D'Ors en 1989: *"conviene a un museo no cambiar a cada instante, el museo del prado ha mejorado mucho, justamente como consecuencia de haber mejorado poco."*

En una Encuesta de Consumo Cultural ECC, realizada por el DANE en el 2016, cuyo objetivo es: *"Conocer los procesos de circulación y apropiación de producciones (bienes y servicios) y el uso de espacios culturales que integran una oferta pública y privada"* (Metodologías, 2017), se puede observar que el interés de los colombianos en la cultura, no es tan grande como se desea, pero también se puede observar, que el interés por el uso de la tecnología ha crecido de manera constante, la población encuestada fue de 29.938 (miles) de personas de 12 años y más.

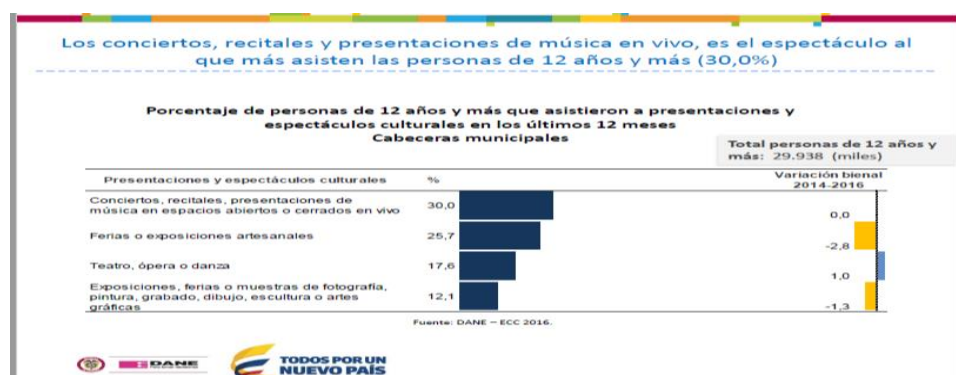


Imagen 1. Porcentaje de personas de 12 años y más que asistieron a presentaciones y espectáculos culturales en los últimos 12 meses cabeceras municipales. (Metodologías, 2017)

En la imagen 1, se muestra el porcentaje de personas que asistieron a presentaciones y espectáculos culturales, encontrándose que, los conciertos, recitales y presentaciones de música en vivo, es lo que más llama la atención a la población encuestada.

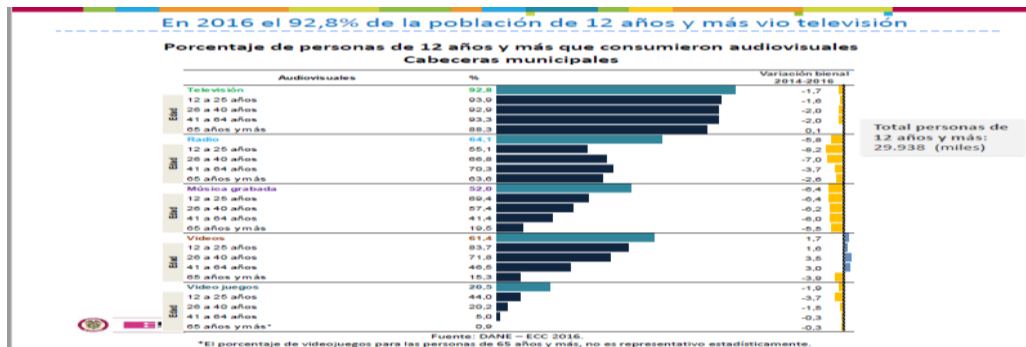


Imagen 2. Porcentaje de personas de 12 años y más que consumieron audiovisuales. (Metodologías, 2017)

En la imagen 2, se observa que en el 2016, el 61,4 % de la población de 12 años y más vio videos y el 20,5%, consumió video juegos.



Imagen 3. Porcentaje de personas de 12 años y más que usaron internet en los últimos 3 meses, cabeceras municipales. (Metodologías, 2017)

De la imagen 3, se puede concluir que el porcentaje de uso de internet fue del 66,9%, según el DANE, pasó de 60,6% en 2014 a 66,9% en 2016, lo cual indica que es un índice en crecimiento, sin embargo, se puede observar, que el porcentaje de visitas o accesos a servicios en línea de espacios culturales virtuales como bibliotecas, museos, galerías, solo alcanza un 17% del total de personas encuestadas, lo que hace entrever, que este tipo de espacios, aunque sean virtuales, no muestra un índice alto de preferencia entre la población.



Imagen 4. Porcentaje de personas de 12 años y mas que fueron a espacios culturales, cabeceras municipales. (Metodologías, 2017)

Se observa en la imagen 4, que el porcentaje de personas que asisten a este tipo de espacios, es bajo, con respecto al porcentaje de personas que asisten a otro tipo de eventos como por ejemplo en la figura 1, el porcentaje de 12,3% de visitas a museos, muestra que no hay un alto interés por este tipo de espacios, en las personas encuestadas, las cuales son una muestra válida para determinar, que este es un problema en nuestra sociedad.



Imagen 5. Porcentaje de personas de 12 años y más que leyeron en algún dispositivo electrónico, cabeceras municipales. (Metodologías, 2017)

Por último, en la imagen 5, se puede evidenciar, que el uso de dispositivos tecnológicos, va en aumento, lo que abre la puerta hacia una gran oportunidad, para que el uso de la tecnología, permita que el gusto por las actividades culturales, pueda crecer.

En la sociedad colombiana actual se han logrado identificar que la población no accede a los diversos espacios de adquisición cultural histórica y artística como lo son los museos, como se puede observar en el artículo presentado por el periódico el Tiempo “¿Por qué los colombianos no van a los museos?” (Carlos Serrano, n.d.) donde se presenta un resumen sobre las diversas razones por las cuales los colombianos no acceden a los museos basado en el informe presentado por el DANE “Encuesta de Consumo Cultural” (Metodologías, 2017), según Carlos Serrano, jefe de División Educativa y Cultural del Museo Nacional, se tiene una perspectiva por parte de la población en la cual los museos son: “son espacios antiguos y presentan una sola verdad, que son lugares en los que hay que estar en silencio” (Carlos Serrano, n.d.) y también porque “se perpetúa la idea de que son lugares que albergan tesoros y que sirven solo para la contemplación y no para el disfrute o el gozo, y eso hace que el público los sienta lejanos” (Carlos Serrano, n.d.).

Debido a lo anterior, es importante buscar alternativas que permitan mitigar estas razones y que los espacios culturales como los museos sean llamativos y atractivos para la comunidad, sin perder su carácter social, cultural, artístico y educativo ya que, según Fabio López, jefe de servicios al público de la Unidad de Artes del Banco de la República, “la naturaleza del museo en el siglo 21 es diferente. No se queda esperando a que lo visiten, sino que desarrolla nuevas formas de interactuar con la gente” (Carlos Serrano, n.d.).

A partir de este panorama, se puede observar, que si bien la museografía y la interrelación del individuo con los objetos presentados por un museo era muy mínima, convirtiéndose a una visita de “vitrina”, hoy en día, se viene reemplazando a una mayor interacción entre los objetos y el individuo, permitiendo que la museografía se adapte a las necesidades de un usuario cambiante de manera exponencial. Por otro lado, la idea del objeto como cualidad artística, arqueológica, etnográfica e histórica, se traslada a la cualificación de dicho objeto como patrimonio no de una colección, sino de una sociedad y una cultura, es así como los museos centralizados o denominados “nacionales”, han quedado inadecuados al tiempo y lugar que estamos viviendo, dando lugar a museos especializados en temas de historia y tecnología, sin embargo dicha evolución no ha

sido a pasos agigantados, como si se puede evidenciar en otras áreas de la sociedad, lo que ha hecho que cada vez sea de menor interés para muchas personas la visita a los museos y mucho menos más el deseo de asistir más de una vez a dichos espacios históricos.

Por otro lado, es importante resaltar que la tecnología ha evolucionado de una manera tal, que permite cada vez más, que la sociedad pueda tener más acceso y de manera más fácil, a temas y espacios para los cuales anteriormente era más complicado, esto debido a que el desarrollo de actividades mediante la utilización de tecnología han hecho que las personas cambien sus entornos externos a entornos internos o de comunicaciones, ya que las nuevas generaciones de jóvenes y niños son nativos digitales, y para las generaciones posteriores que se han adaptado a las tecnologías representa algo creativo y novedoso.

Por tal motivo con esta investigación se pretende abordar el uso de nuevas tendencias tecnológicas en visualización y virtualización de la información, utilizando técnicas de inteligencia computacional, con el propósito de promover el uso de material valioso de datos históricos, como los encontrados en diversos espacios, como por ejemplo los museos, para mejorar experiencia de acceso. Por otro lado se pretende aportar en áreas de Interacción Persona-Ordenador, para ofrecer alternativas que permitan a personas convencionales acceder a un conjunto de recursos con fines educativos, de forma que puedan ser reutilizados en diversos espacios de formación académica, mediante la implementación en una arquitectura de software orientada a servicios en diversos aspectos.

3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Una vez analizada la información anteriormente descrita, cabe reflexionar acerca de la siguiente pregunta:

¿Cómo mediante la integración de herramientas computacionales, se logra mejorar la experiencia en la visualización de datos históricos en un espacio como los museos?

Para responder la anterior pregunta se plantean algunos interrogantes encaminados a generar tal solución, estas preguntas engloban varios aspectos relacionados tanto técnicos como sociales:

¿Qué tecnologías de virtualidad se han implementado o se encuentran en desarrollo en entornos académicos y culturales a nivel nacional e internacional?

¿Cuáles serían los requerimientos a nivel de curva de aprendizaje, diseño, modelamiento, implementación, recursos técnicos, despliegue, costos y mantenimiento de cada una de las tecnologías?

¿Cuáles son las características principales y su proyección de capacidad, que cada una de las tecnologías cuenta para vincular, visualizar e interoperabilidad en el momento de desplegar una plataforma de servicios para la visualización de datos culturales e históricos?

¿Cuál sería el impacto a nivel social que se podría estimar al implementar alguna de estas tecnologías?

¿Qué recursos tecnológicos, económicos, humanos e intelectuales se requieren para la realización del proyecto en sus diversas etapas?

Tecnologías como la realidad aumentada, los sistemas multiagentes y el crecimiento de las metodologías para el análisis de datos, posibilitan que se pueda realizar una integración de tecnologías de la información y las comunicaciones, para así buscar mejorar en este caso puntual, esa experiencia a la hora de visualizar datos históricos y culturales, haciendo de ésta experiencia, una vivencia personalizada teniendo en cuenta los intereses de las personas, los cuales son únicos y diferentes.

En la actualidad el uso de la realidad aumentada ha venido en crecimiento, siendo implementada en diversas áreas del conocimiento, debido a la creatividad de poder incluir objetos virtuales en escenarios reales, así como el desarrollo de interfaces atractivas al usuario, la han convertido en una herramienta muy utilizada para presentar determinados contenidos bajo lo que se conoce como “edutainment” (educación con entretenimiento).

Por otro lado, permitir que la experiencia sea única y diferente para cada persona no es una tarea fácil, los sistemas multiagentes, los cuales constan de un sistema compuesto por múltiples agentes inteligentes, permiten solucionar problemas del día a día y en este caso puntual, podría resolver el problema de hacer que la persona tenga un recorrido personalizado y su visita guiada sea basada en sus gustos y tendencias, para que así sea llamativa y sobre todo permita crear en la persona, la necesidad de no solo asistir una vez sino por el contrario, las veces que considere necesario y así obtener cada vez una experiencia diferente, es allí donde cobra importancia otra relevante herramienta computacional, la cual es el sistema de recomendación.

Los sistemas de recomendación hacen parte de un sistema de filtro de la información, comparando diferentes perfiles de un usuario con algunas características de referencia de temas específicos, buscando predecir la ponderación que el usuario le daría a dicho tema que el sistema aún no ha considerado, puede basarse en el ambiente social de dicho usuario, dichos sistemas son muy útiles en este caso, ya que lo que se busca es que el usuario tenga una experiencia personalizada, en donde el sistema le recomiende cómo sería su visita, pero además qué otros aspectos que la persona no había tenido en cuenta, también pueda visualizar dentro de la visita guiada.

El eje del proceso de investigación se centra en cómo vincular o integrar diferentes herramientas computacionales como lo son la realidad Aumentada, los sistemas multiagentes y los sistemas de recomendación, para permitir que por medio de un modelo de navegación, utilizando técnicas de inteligencia computacional y por medio de un dispositivo de visualización, se permita vivir una experiencia totalmente nueva y personalizada, a la hora de hacer una visita o un recorrido guiado para la visualización de datos históricos y culturales, y así poder minimizar el desapego por este tipo de actividades,, a los que el tedio y la manera repetitiva como se ha venido haciendo, ha hecho que cada vez menos personas estén utilizando este tipo de espacios, los cuales son muy importantes, ya que almacenan el patrimonio de los pueblos.

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Diseñar un modelo de navegación, utilizando técnicas de inteligencia computacional, que permita mejorar la experiencia de acceso y consulta de material de datos históricos y culturales.

Objetivos Específicos

- Documentar y caracterizar los procesos de visualización de datos actuales, junto con los procesos de diseño y construcción de ambientes interactivos, con el fin de apropiar el que sea más pertinente al objeto de investigación.
- Identificar los procesos de vinculación de datos, de construcción y estandarización de metadata de recursos digitales, aplicables al entorno interactivo.
- Parametrizar y estructurar las diferentes técnicas de caracterización de sistemas inteligentes, con el fin de determinar el que se adapte al objeto de investigación.
- Construir un Modelo de navegación para datos históricos y culturales, como estrategia para mejorar la experiencia de las personas en la visualización de estos datos.
- Validar el modelo planteado, mediante casos de estudio puntuales, que involucren datos históricos y culturales en la sociedad Colombiana.

5. METODOLOGÍA, HIPÓTESIS Y PLAN DE TRABAJO

METODOLOGÍA

Se propone un método científico de conjeturas y refutaciones (Popper, 1991), por el cual se deducen las consecuencias observables y se ponen a prueba; si falla la consecuencia, la hipótesis queda refutada y por consiguiente debe rechazarse, en caso contrario, si todo es comprobado, se repite el proceso, considerando otras consecuencias deducibles; lo anterior, acompañado de un mecanismo de desarrollo del proyecto de manera ingenieril, en el cual están presentes las etapas de análisis, diseño, desarrollo y pruebas, estas últimas, dado que es una tesis de doctorado, es necesario utilizar mecanismos de prueba cuantitativos; para tal fin, el uso de la estadística y métodos cuantificables son fundamentales.

Describiendo más al detalle lo expuesto anteriormente, la metodología a seguir, consiste inicialmente en un meta-análisis, por medio de un proceso de revisión bibliográfica, con el fin de identificar el estado del arte y contrastar las teorías existentes con las ideas propuestas, ésta revisión se realizará examinando la actualidad y relevancia de los trabajos propuestos, así como su pertinencia e impacto alcanzado. Se analizarán publicaciones hechas por grupos especializados, como los compuestos por ISI web of knowledge, Scopus, IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers) y ACM (Association for Computing Machinery) , Computing (ProQuest), Computer Source (EbscoHost), de igual manera, Journals como Applied Soft Computing, Engineering Applications, Swarm Intelligence and Data Mining, Journal of Computing and Cultural Heritage, International Journal of Computer Vision, entre otros.

En segundo lugar, se procederá al diseño del modelo de navegación de datos, realizando un análisis de las diferentes técnicas de inteligencia computacional, para así definir cuál es la que más se ajusta a la resolución del problema planteado, de igual manera se examinarán las diferentes técnicas de visualización, para determinar la técnica que permita de una manera eficiente mostrar datos históricos a las personas, haciendo la experiencia personalizada y atractiva.

Por último, utilizando un método Quasi-experimental, se procederá a la selección de casos de aplicación, que servirán para la validación de la propuesta; para la selección de los casos, se tendrán en cuenta aspectos como: tipo de población a impactar, datos históricos de la población, aspectos culturales, entre otros.

HIPÓTESIS

La visualización de datos históricos y culturales, puede ser una experiencia amena, o por el contrario, puede resultar monótona y de poco interés, dependiendo de la manera como se presenten; diseñar un modelo de navegación, utilizando técnicas de inteligencia computacional, permitirá mejorar la experiencia de acceso y consulta de material de datos históricos y culturales, permitiendo que el interés de las personas hacia su patrimonio cultural, sea nuevamente parte de su entretenimiento y educación, de una manera agradable y personalizada.

SECTORES DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

La propuesta planteada, pretende impactar diferentes sectores, pero especialmente el sector social, turismo y el educativo, ya que son a dichos sectores, a los cuales ha afectado de manera significativa el hecho de que las personas no consideren los espacios culturales como parte de su recreación y aprendizaje, ya que les puede aportar no solo de una manera educativa, sino a nivel cultural.

En el sector social, la propuesta permitiría que rescate el hecho de que los espacios culturales constituyen un escenario donde se guarda de manera histórica las vivencias de los pueblos y su cultura.

En el sector turístico, dicha propuesta permitiría que se reactive el turismo a nivel cultural, generando así ingresos a que pueden ser reinvertidos en espacios que promuevan el arte y la ciencia.

Por último en el sector educativo, sería un impacto muy importante, ya que los niños y los jóvenes tendrían un espacio interesante, que los motive a aprender acerca de sus raíces.

Posible Pasantía:

Se tiene previsto llevar a cabo estancia de investigación por un periodo de 6 meses en tres escenarios de trabajo:

- 1) Se plantea ubicar espacios de pasantía en la Universidad del Norte en Barranquilla, con el grupo de investigación Grecis (Grupo de Redes de Computadores e Ingeniería de Software), clasificado en A1 por Colciencias
- 2) Por otro lado se tiene contactos para llevar a cabo pasantía en la Universidad de Alcalá (Alcalá de Henares - España), departamento de ciencias de la computación dentro del Grupo de Investigación IERU.
- 3) Finalmente existe posibilidad de llevar a cabo pasantía en la Universidad de Atenas (Atenas, Grecia)

7. CRONOGRAMA

Anexo No. 1

7. COSTOS DEL TRABAJO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

Rubro	Costo
Director de Proyecto	\$89.000.000
Codirector	\$45.000.000
Investigador Principal	\$70.000.000
Auxiliar de Investigación	\$1.250.000
Materiales y Papelería	\$4.000.000
Equipos Robustos en Multimedia	\$315.444.129
Servicios (Internet, etc.)	\$5.000.000
Bibliografía	\$3.000.000
Ponencias, inscripción y registro, viajes, estancias	\$35.000.000
Trabajo de Campo-estancia doctoral	\$50.000.000
Total	\$717.694.129

Los equipos robustos en multimedia ya están dentro de la convocatoria de adquisición de equipos de la facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", la cual está en etapa de adjudicar al proveedor seleccionado.

Actualmente los Grupos de Investigación GIIRA, Multimedia Interactiva y Animación Digital, se encuentran aplicando a convocatorias de Colciencias con el propósito de cubrir parte del desarrollo de tesis doctoral.

Así mismo, se están desarrollando propuestas para aplicar a convocatorias de MinTIC, y alianzas con grupos de investigación extranjeros mediante la Red Científica de investigación SMARTDATA+ institucionalizado en la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, con el propósito de aplicar a convocatorias de la Unión Europea.

Por otro lado, se llevará a cabo la aplicación de apoyos de formación doctoral en la convocatoria que anualmente realiza la Universidad Distrital para formación posgradual, con el propósito de disponer de una comisión de estudios a tiempo completo para llevar a cabo la propuesta de tesis doctoral.

Las convocatorias a las que se están aplicando para apoyo financiero son:

1. Convocatoria NO 790, Convocatoria Ideas para el cambio - Ciencia y TIC para la paz
2. Convocatoria No 791, Convocatoria para la conformación de un banco de proyectos de investigación para generar y transferir conocimientos sobre la paz sostenible en Colombia.
3. Convocatoria Industry Academia Partnership Programme, de la Royal Academy Engineering

9. RESULTADOS ESPERADOS

- a. Generación de nuevo conocimiento mediante Publicaciones nacionales y/o internacionales en revistas indexadas de alto impacto ISI o SCOPUS Q1, Q2 relacionados con el proceso de análisis y desarrollo de la presente propuesta doctoral.
- b. Formación de talento humano mediante desarrollo de proyectos de investigación, a través de la vinculación de estudiantes en proyectos de grado de pregrado y/o maestría.
- c. Patente asociada con integración de modelo de navegación, utilizando técnicas de inteligencia computacional y estrategias de Interacción Persona Ordenador.
- d. Divulgación de conocimiento científico mediante aplicación a ponencias en eventos nacionales o internacionales de alto reconocimiento en el área de estudio.
- e. Implementación del prototipo en un museo Local a nivel distrital, para la visualización de datos históricos y culturales.
- f. Vinculación de productos de investigación al Grupo de Investigación GIIRA, clasificado en categoría A1 por Colciencias, en alianza con Grupo de Investigación Multimedia Interactiva y Animación Digital categorizado en C, grupos adscritos al programa de doctorado en Ingeniería, como principal y colaborador respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alessandro Ricci, M. P. (2015). The Mirror World: Preparing for Mixed-Reality Living. IEEE Pervasive Computing, 4.
- Ali Al-Shuwaili, O. S. (24 de 04 de 2017). Energy-Efficient Resource Allocation for Mobile Edge Computing-Based Augmented Reality Applications. IEEE Wireless Communications Letters. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Allen J. Fairchild, S. P. (13 de 06 de 2016). A Mixed Reality Telepresence System for Collaborative Space Operation. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Anna Syberfeldt, O. D. (12 de Mayo de 2017). Augmented Reality Smart Glasses in the Smart Factory:

- Product Evaluation Guidelines and Review of Available Products. IEEE Access, 9118 - 9130. Acceso em 15 de Septiembre de 2017
- Artur Gunia, B. I. (20 de 06 de 2017). A Prototype to Study Cognitive and Aesthetic Aspects of Mixed Reality Technologies. Base de Datos de la IEEE, 6. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Benouaret, I., & Lenne, D. (2016). Personalizing the Museum Experience through Context-Aware Recommendations. *Proceedings - 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2015*, 743–748. <https://doi.org/10.1109/SMC.2015.139>
- Collado Sánchez, A. (2014). Sistema de recomendación de recursos basado en filtrado colaborativo para la plataforma edX. 2016, 171.
- Constantinos Terlikkas, C. P. (5 de Enero de 2014). Towards a more effective way of presenting Virtual Reality museums exhibits. Base de Datos de la IEEE. Acceso em 15 de Septiembre de 2017
- Davide Pantile, R. F. (28 de Noviembre de 2016). New Technologies and Tools for Immersive and Engaging Visitor Experiences in Museums: The Evolution of the Visit-Actor in Next-Generation Storytelling, through Augmented and Virtual Reality, and Immersive 3D Projections. Base de Datos de la IEEE. Acceso em 15 de Septiembre de 2017
- Dimitris Chatzopoulos, C. B. (26 de 04 de 2017). Mobile Augmented Reality Survey: From Where We Are to Where We Go. IEEE Access. Acceso em 15 de 09 de 2017
- E. Bekele, D. B. (2017). Design of a Virtual Reality System for Affect Analysis in Facial Expressions (VR-SAAFE); Application to Schizophrenia. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 47 - 53.
- Edoardo Patti, A. M. (09 de 06 de 2017). Information Modeling for Virtual and Augmented Reality. IT Professional. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Elkin, D. (2017). La importancia de la preservación del patrimonio histórico | UNICEN. Retrieved from <http://www.unicen.edu.ar/content/la-importancia-de-la-preservación-del-patrimonio-histórico>
- Fabrizio Lamberti, F. M. (20 de 06 de 2016). Using Semantics to Automatically Generate Speech Interfaces for Wearable Virtual and Augmented Reality Applications. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Francesco Clemente, S. D. (11 de 10 de 2016). Humans Can Integrate Augmented Reality Feedback in Their Sensorimotor Control of a Robotic Hand. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Gregory Hough, I. W. (18 de 09 de 2015). Fidelity and plausibility of bimanual interaction in mixed reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Heather Culbertson, K. J. (02 de 05 de 2017). Ungrounded Haptic Augmented Reality System for Displaying Roughness and Friction. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Heras Lara, L., & Villarreal Benítez, J. L. (10 de Junio de 2007). Realidad Aumentada: una tecnología en espera de usuarios. *Revista UNAM*. Acceso em 23 de Septiembre de 2017
- Hernández Hernández, F. (1992). Evolución del concepto de museo. *Revista General de Investigación Y Documentación Edir. Complutense*, 2(l), 85–97. <https://doi.org/10.5209/rev-CMPL.2015.v26.n2.50419>

- Hyeongmook Lee, S.-T. N. (20 de 10 de 2016). TunnelSlice: Freehand Subspace Acquisition Using an Egocentric Tunnel for Wearable Augmented Reality. IEEE Transactions on Human-Machine Systems. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Javier Fombona, M.-A. P.-S.-V. (1 de 07 de 2017). M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository. InfoTrac Cengage Learning, 9. Acceso em 2017
- Jeffrey I. Lipton, A. J. (2017). Baxter's Homunculus: Virtual Reality Spaces for Teleoperation in Manufacturing. IEEE Robotics and Automation Letters, 179 - 186.
- K. Kabassi, E. M. (21 de Enero de 2017). Walkthrough evaluation of a VR museum for the physical environment. Base de Datos de la IEEE. Acceso em 15 de Septiembre de 2017
- Kai Wang, D. I. (7 de Junio de 2017). Supporting Trembling Hand Typing Using Optical See-Through Mixed Reality. IEEE Access, 10700 - 10708. Acceso em 18 de Septiembre de 2017
- Karen B. Chen, M. E. (2016). Use of Virtual Reality Feedback for Patients with Chronic Neck Pain and Kinesiophobia. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 1240 - 1248.
- Klaus Doppler, E. T. (2017). On wireless networks for the era of mixed reality. Base de Datos de la IEEE.
- Ko-Fong Lee, Y.-L. C.-C.-Y. (12 de Julio de 2017). Application of Intuitive Mixed Reality Interactive System to Museum Guide Activity. Base de Datos de la IEEE. Acceso em 15 de Septiembre de 2017
- Laura Lenz, D. J. (20 de Julio de 2017). Mixed Reality Voice Training for Lecturers. Base de Datos de la IEEE. Acceso em 18 de Septiembre de 2017
- Lian Zhang, J. W. (2017). Cognitive Load Measurement in a Virtual Reality-Based Driving System for Autism Intervention. IEEE Transactions on Affective Computing, 176 - 189.
- María-Blanca Ibáñez, Á. D.-S.-M.-K. (15 de 06 de 2015). Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns. IEEE Transactions on Learning Technologies. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Martin Selecký, J. F. (2017). Mixed reality simulation for incremental development of multi-UAV systems. Base de Datos de la IEEE.
- Metodologías, D. De. (2017). ARCHIVO NACIONAL DE DATOS COLOMBIA - Encuesta de Consumo Cultural - ECC - 2016.
- Mikkel Thøgersen, A. P. (2017). Removing own-limb visual feedback using mixed reality to simulate arm amputations. Base de Datos de la IEEE.
- Norihiko Kawai, T. S. (20 de 10 de 2016). Augmented Reality Marker Hiding with Texture Deformation. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Núñez-valdéz, E. R., Aguilar, L. J., Lovelle, J. M. C., Martínez, O. S., García-bustelo, B. C. P., García-Díaz, V., ... Espada, J. P. (2012). Plataforma de recomendación de contenidos para libros electrónicos inteligentes basada en el comportamiento de los usuarios. *Ventana Informática*, 14, 25–40.
- Padilla-navarro, C., & Carlos, M. R. (2016). Modelado de un sistema multi-agente aplicado a la predicción de la personalidad en Twitter Multi-agent system applied to prediction of personality on Twitter, 115, 147–156.

- Peng-Peng Li, P.-L. C. (13 de Mayo de 2017). A study of Virtual Reality experience value and learning efficiency of museum - using Shihsanhang museum as an example. Base de Datos de la IEEE. Acceso em 15 de Septiembre de 2017
- Popper, K. R. (1991). *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Know* (tercera). Barcelona.
- RAE. (2014). Diccionario de la Real Academia Española. Acceso em 15 de 09 de 2017, disponível em <http://dle.rae.es/?id=Q8nqRs0>
- REE. (2014). Diccionario de la Real Academia Española. Acceso em 23 de Septiembre de 2017, disponível em <http://dle.rae.es/?id=VH7cofQ>
- Sánchez-Sánchez, C., Jiménez-Salazar, H., Rodriguez-Lucatero, C., Villatoro-Tello, E., & Ramírez-De-La-Rosa, G. (2015). Sistema multiagente integrador de bibliotecas digitales. *Research in Computing Science*, 93, 45–56.
- Serrano, Carlos. (n.d.). Día Internacional de los Museos - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com. Retrieved October 6, 2017, from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15773375>
- Serrano, F. G. (2000). LA FORMACIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE MUSEO. *Base de Datos Y Museo Virtual de La Pintura Fuera de España*, 16.
- Shinya Matsutomo, T. M. (07 de 02 de 2017). A Computer Aided Education System Based on Augmented Reality by Immersion to 3-D Magnetic Field. *IEEE Transactions on Magnetics*. Acceso em 15 de 09 de 2017
- T. Krasovsky, P. W. (15 de 08 de 2017). Effect of aging, mixed reality and dual task prioritization on texting while walking. *IEEE*. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Taehyun Rhee, L. P. (23 de 01 de 2017). MR360: Mixed Reality Rendering for 360° Panoramic Videos. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 10. Acceso em 15 de 09 de 2017
- Thammathip Piumsomboon, Y. L. (2017). A Prototype to Study Cognitive and Aesthetic Aspects of Mixed Reality Technologies. Base de Datos de la IEEE.
- Thomas True, D. S. (2017). GPU-Based Realtime System for Cinematic Virtual Reality Production. *SMPTE Motion Imaging Journal*, 47 - 53.
- Umair Rehman, S. C. (14 de 11 de 2016). Augmented-Reality-Based Indoor Navigation: A Comparative Analysis of Handheld Devices Versus Google Glass. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. Acceso em 15 de 09 de 2017
- UNESCO. (2014). RELEVANCIA DE LA DIMENSIÓN PARA LA CULTURA Y EL DESARROLLO. *Unesco*. Retrieved from <http://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/digital-library/cdis/Patrimonio.pdf>
- Wolfgang Hürst, B. d. (15 de Julio de 2017). Creating new museum experiences for virtual reality. Base de Datos de la IEEE. Acceso em 15 de Septiembre de 2017
- X. Basogain, M. O. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *ONLINE EDUCA MADRID*. Acceso em 23 de Septiembre de 2017

Xinran Zhang, G. C. (3 de 11 de 2016). High-Quality See-Through Surgical Guidance System Using Enhanced 3-D Autostereoscopic Augmented Reality. Xinran Zhang, Guowen Chen, Hongen Liao. Acceso em 16 de 09 de 2017

Anexo No. 1 Cronograma Propuesto para la Investigación

Actividades a Realizar:

- A1: Revisión teórica sobre herramientas computacionales.
- A2: Revisión teórica sobre Técnicas de visualización de datos.
- A3: Revisión teórica sobre técnicas de navegación.
- A4: Revisión teórica sobre técnicas de tratamientos de metadata.
- A5: Selección de Herramientas computacionales más adecuadas.
- A6: Selección de técnicas de visualización de datos que se adaptan al datos históricos y culturales.
- A7: Selección de técnica de navegación de datos.
- A8: Selección de técnicas de tratamiento de metadata.
- A9: Propuesta y ajuste del modelo de navegación de datos.
- A10: Selección de casos de aplicación.
- A11: Implementación del modelo de navegación de datos, para los casos de aplicación seleccionados.
- A12: Análisis de Resultados.
- A13: Conclusiones sobre la formulación realizada.
- A14: Presentación de resultados.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES							
ACTIVIDAD	MESES						
	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30	30-36	36-42
A1							
A2							
A3							
A4							
A5							
A6							
A7							
A8							
A9							
A10							
A11							
A12							
A13							
A14							



Anexo No. 2 Carta de intención de uno de los sitios disponibles para pasantía.



Barranquilla, Octubre 11 de 2017

Señores
Doctorado de Ingeniería
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"
Bogotá, D.C.

Estimados señores,

Yo, Pedro Mario Wightman Rojas, profesor asociado y director del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte, certifico que estoy dispuesto a recibir a la ingeniera Nancy Yaneth Gélvez García, identificada con cédula de ciudadanía 60.261.576, como estudiante visitante en el marco de la pasantía de investigación requerida en el programa de estudios doctorales que ella adelantará en su institución.

La Universidad le ofrece a la estudiante los espacios de trabajo, equipos y recursos que se encuentren disponible al momento de la visita, que sirvan de apoyo para el buen desarrollo de su tesis de investigación.

Agradezco de antemano su atención y quedo atento a sus comentarios o solicitud de aclaraciones.

Un muy cordial saludo,

Pedro M. Wightman, Ph.D.
Profesor Asociado y Director
Departamento de Ingeniería de Sistemas
Universidad del Norte
Barranquilla



UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" DOCTORADO EN INGENIERÍA
ÉNFASIS:
CIENCIA DE LA INFORMACION Y EL CONOCIMIENTO

Proponente

**Vo.Bo. Docente propuesto como
Director del Proy. de Inv. Doctoral**