



**Gonzalo Alfonso Beltrán Alvarado**

**Método visual para el entrenamiento de competencias laborales**

# **Método visual para el entrenamiento de competencias laborales**

Gonzalo Alfonso Beltrán Alvarado

Documento presentado como requisito para optar al título de Doctor en Ciencias Aplicadas

Directores:

Codirectores Temáticos: Dra. Adriana Huertas Bustos

Dr. David Herrera

Codirector Metodológico: Dr. Andrés Hernández

Doctorado en Ciencias Aplicadas  
Universidad Antonio Nariño Bogotá D.C.  
2023

## **Dedicatoria**

**Al Todopoderoso, a mi Padre que está en los cielos, a mi amada Madre, a mi esposa Fanny por su paciencia, a mis hijos Dany, Lenin, Nataly y Stefany a mis amados nietos Juan**

**José, Ana Sofía, José Daniel y Juan Jesús.**

**A mis compañeros del DCA, a los profesores que formaron parte del equipo de capacitación, a los directivos por su apoyo incondicional y en especial a la Dra. Adriana**

**Huertas Bustos, Dr. David Herrera, Dr. Rafael Gutiérrez y Dr. Andrés Hernández por**

**sus orientaciones asertivas y asesoramiento permanente.**

**Muchas gracias a todos ellos.**

## Prefacio

El trabajo realizado se tituló “MÉTODO VISUAL PARA EL ENTRENAMIENTO DE COMPETENCIAS LABORALES” ¿En qué consiste? La base de esta investigación es cómo y de qué manera se pueden utilizar las tecnologías emergentes, como las gafas de Realidad Aumentada apoyadas en un modelo pedagógico de educación informal para poblaciones analfabetas que no han tenido acceso a la formación laboral. Para llevar el conocimiento a estas poblaciones se diseñó un método visual con un curso virtual de carpintería en una comunidad indígena Wayuu, la cual es analfabeta en español. El periodo de investigación y redacción de este trabajo ha sido desde agosto de 2016 hasta diciembre de 2021.

El proyecto se realizó bajo un estudio en el que se evidenciaron las ausencias del Gobierno Nacional en cuanto a la educación informal de las poblaciones vulnerables del país. La falta de oportunidades laborales deriva directamente de la falta de capacitación laboral en oficios que las comunidades deben aprender para mejorar sus ingresos familiares; el lugar donde se realizaban las prácticas eran las comunidades indígenas que habitan el km. 5 de la carretera a Santa Marta. La pregunta central del trabajo fue formulada en conjunto con los asesores metodológicos y temáticos y con otros colegas del Doctorado en Ciencia Aplicada (DCA). El proceso de investigación fue tedioso, pero se realizó un estudio minucioso que me permitió responder a la pregunta planteada al principio. Afortunadamente todos los asesores y personal administrativo del DCA estuvieron siempre disponibles y dispuestos a ayudar con la orientación pedagógica y tecnológica que me ayudó a concebir el problema de manera integral.

Por ello quiero agradecer a los asesores su excelente colaboración y apoyo durante todo el proceso de realización de este trabajo. También quisiera agradecer a los indígenas Wayuu de La Guajira que participaron en el curso y a todos los encuestados, ya que sin su colaboración no hubiera podido realizar este análisis.

Si alguna vez perdí el interés, ustedes me mantuvieron motivado. Gracias.

GONZALO ALFONSO BELTRAN ALVARADO

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer la oportunidad que me dio El Ministerio de Ciencia y Tecnologías (Antes Colciencias) por concederme la beca para la formación en el Doctorado de Ciencia Aplicada, de igual manera a la Universidad de La Guajira por concederme el tiempo para realizar dicha formación, también agradecer a la Universidad Antonio Nariño, por apoyarme en este proceso.

También, quiero agradecer a mis tutores temáticos Dra. Adriana Huertas y Dr. David Herrera, a mis tutores metodológicos Dr. Andrés Hernández y Dr. Rafael Gutiérrez, quienes dedicaron su tiempo y conocimientos para guiarme en este proceso y siempre estuvieron dispuestos a aclarar mis dudas y orientarme en el camino correcto.

De igual manera, dar las gracias a mis compañeros de clase, por compartir sus experiencias y conocimientos conmigo, y por hacer de esta etapa una experiencia enriquecedora y llena de aprendizaje.

Además, quiero expresar mi gratitud a aquellos amigos y familiares que estuvieron a mi lado durante todo este proceso, brindándome su apoyo emocional y alentándome a continuar cuando las cosas se ponían difíciles.

Finalmente, no puedo dejar de mencionar a Dios, quien ha sido mi fuerza y mi guía en todo momento, y ha hecho posible que pueda culminar con éxito este proyecto.

## Resumen

Este estudio tiene como objetivo determinar cómo y de qué manera se puede utilizar la Realidad Aumentada (RA) para brindar capacitación efectiva a poblaciones analfabetas que no tienen acceso a programas de capacitación laboral debido a los obstáculos que enfrentan. En concreto, se centra en poblaciones analfabetas que no han tenido acceso a modelos de formación laboral que utilicen RA. Para lograr este objetivo, la investigación se dividió en dos aspectos: el aspecto pedagógico y el aspecto tecnológico.

En el aspecto pedagógico se utilizaron enfoques como el constructivismo, la cognición distribuida (social y externa) y la cibernética de tercer orden. Se desarrolló un modelo pedagógico informal basado en la relación maestro-aprendiz. En el lado tecnológico, se diseñó una plataforma de aprendizaje móvil (m-learning) utilizando motores de programación como Unity y Vuforia, y se implementó un método visual que prescinde del texto y el lenguaje oral, aprovechando tecnologías como el aprendizaje automático y redes neuronales. Todo esto se enmarca en una visión afín a la teoría general de sistemas.

Se crearon contenidos virtuales para un curso de carpintería, que sirvieron de ejemplo para utilizar dispositivos RA dentro del ambiente de aprendizaje. El estudio se llevó a cabo a través de dos experimentos. En el primero se utilizaron Smartphone y tabletas con marcadores externos, y se implementó en una comunidad indígena con la participación de tres personas. En el segundo experimento se utilizaron gafas de RA y participaron 12 miembros de una comunidad indígena Wayuu, analfabetos en español y residentes en la zona norte de La Guajira (Colombia).

En resumen, el modelo pedagógico se implementó en las comunidades, teniendo en cuenta diferentes teorías de la cognición. En el aspecto tecnológico, se logró desarrollar todos los aspectos técnicos utilizando tecnologías emergentes como RA, aprendizaje automático y redes neuronales, en el marco de la teoría general de sistemas. Esto permitió a las comunidades indígenas aprender un oficio para su sustento.

## **Abstract**

This study aims to determine how and in what way AR can be used to provide effective training to illiterate populations that do not have access to job training programs due to the obstacles they face. Specifically, it focuses on illiterate populations that have not had access to job training models that use AR. To achieve this goal, the research was divided into two aspects: the pedagogical aspect and the technological aspect.

In the pedagogical aspect, approaches such as constructivism, distributed cognition (social and external) and third-order cybernetics were used. An informal pedagogical model based on the teacher-apprentice relationship was developed. On the technological side, a mobile learning platform (m-Learning) was designed using programming engines such as Unity and Vuforia, and a visual method that dispenses with text and oral language was implemented, taking advantage of technologies such as machine learning and neural networks. All this is framed within a vision related to general systems theory.

Virtual contents were created for a carpentry course, which served as an example to use AR devices within the learning environment. The study was carried out through two experiments. The first one used smartphones and tablets with external dialers, and it was implemented in an indigenous community with the participation of three people. In the second experiment, Augmented Reality glasses were used and 12 members of a Wayuu indigenous community participated, illiterate in Spanish and residing in the northern zone of La Guajira (Colombia).

In summary, the pedagogical model was implemented in the communities, taking into account different theories of cognition. In the technological aspect, it was possible to develop all the technical aspects using emerging technologies such as Augmented Reality, machine learning and neural networks, within the framework of general systems theory. This allowed the indigenous communities to learn a trade for their livelihood. To corroborate the acceptance of the tool, a satisfaction survey was analyzed with a focal interview.

## Tabla de contenido

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Lista de abreviaturas y siglas.....	vii
Lista de tablas y gráficos.....	viii
Lista de Figuras.....	ix
Capítulo 1. Introducción... ..	1
Capítulo 2. Estado del Arte.....	3
Capítulo 3. Marco Teórico.....	14
Capítulo 4. Metodología... ..	22
Capítulo 5. Resultados y Análisis.....	50
Capítulo 6. Producción.....	61
Capítulo 7. Conclusiones.....	63
Bibliografía.....	75
Anexos.....	81



## **Lista de abreviaturas y siglas**

RA: Realidad Aumentada.

QR: Código de lectura rápida.

VB: Referencia de las gafas inteligentes Vuzix Blade.

DCA: Doctorado en Ciencia Aplicada.

CNN: Redes Neuronales Convolucionales.

GAN: Redes Neuronales Antagónicas Generativas.

RNN: Redes Neuronales Recurrentes.

HOG: Gradientes Orientados a Histogramas.

LBP: Patrones binarios locales.

FOV: Campo de Visión.

## **Lista de tablas y gráficos**

Tabla 1. Sistema de evaluación del desempeño, fase I.

Tabla 2. Sistema de evaluación, fase II.

Tabla 3. Sistema de evaluación, fase III.

Tabla 4. Evaluación de la validez cognitiva.

Tabla 5. Evaluación de la eficiencia de la herramienta en E1 y A1.

Gráfico 1. Valoración de la validez cognitiva.

Gráfico 2. Evaluación de la eficiencia de la herramienta.

## Lista de Figuras

Figura 1. Modelo pedagógico informal.

Figura 2. Procedimiento didáctico cognitivo maestro-aprendiz.

Figura 3. Navegación.

Figura 4. Pasos del método.

Figura 5. Ciclo de vida del método.

Figura 6. Caso de uso.

Figura 7. Interfaz visual gráfica interactiva.

Figuras 8a, 8b. Procesador de imágenes.

Figura 9. Contador de intentos fallidos

Figura 10. Navegación del usuario en gafas RA

Figura 11. Escenas de prueba finales

# Capítulo 1. Introducción

Las poblaciones analfabetas enfrentan dificultades para acceder a programas de capacitación laboral. Muchas de estas poblaciones viven en áreas de difícil acceso, carecen de inversiones estatales significativas y cuentan con infraestructura escolar limitada, falta de electricidad y pocas rutas de transporte. Además, los costos de brindar soluciones efectivas a estas poblaciones son altos. Esto dificulta su ingreso al mercado laboral y su capacidad para tener una calidad de vida digna, con ingresos suficientes para satisfacer sus necesidades básicas y condiciones laborales justas y equitativas (ManpowerGroup, 2015). Según el Ministerio de Educación Nacional (2017), existen ciertos oficios, como el de oficial de construcción (albañil), oficial de carpintería, maestro de panadería y técnico en mecánica automotriz, que pueden proporcionar una fuente estable de ingresos cuando se realizan de manera formal. Estos oficios han sido una necesidad mundial durante los últimos cuatro años.

Por lo tanto, para enseñar un oficio a poblaciones analfabetas se requiere de un modelo didáctico-cognitivo basado en el enfoque maestro-aprendiz, el cual se fundamenta en la repetición y memorización de herramientas, materiales y sus funciones. Para atender esta necesidad, se propone utilizar un método visual asistido por dispositivos móviles de RA para la formación en comercio informal en población analfabeta en español. Sin embargo, en el estado del arte se encontró una carencia de modelos pedagógicos para la formación de competencias laborales en comunidades analfabetas y el uso de dispositivos móviles con gafas RA para tal fin.

Los objetivos de esta investigación son: (1) desarrollar un método visual para la formación de competencias laborales en población analfabeta, (2) implementar un modelo pedagógico en una plataforma móvil para la formación visual de competencias laborales en población analfabeta, y (3) evaluar el método visual con herramientas y materiales en tiempo real en una comunidad. Se identificó la necesidad de crear un modelo pedagógico informal para poblaciones analfabetas e implementarlo en una comunidad indígena como caso de estudio.

Además, se diseñó un ambiente de aprendizaje móvil (m-Learning) sobre una plataforma RA, donde los aprendices pueden elegir un oficio leyendo un código QR y seleccionar temas a través de un curso. Esta plataforma móvil ofrece accesibilidad y adaptabilidad a la población analfabeta. El alumno asume la responsabilidad de gestionar su propio conocimiento y, utilizando herramientas de RA, realiza actividades que son evaluadas por un “experto digital” (Huertas, 2016). Se desarrolló una plataforma tecnológica móvil en la que el docente se presenta como un experto digital, simulando un ambiente de aprendizaje amigable y repetitivo para diversos oficios. El alumno accede a la experiencia de aprendizaje a través de la inmersión en la plataforma móvil. Además, se creó un procesador de imágenes que ayuda al alumno a ejecutar tareas en tiempo real a

través de flechas guía de posición y presión. Se realizaron evaluaciones de validez cognitiva, satisfacción, expectativa y aceptación del método visual en un entorno relevante y en tiempo real.

Esta investigación es relevante porque desarrolla un método visual basado en enfoques pedagógicos constructivistas para la formación de habilidades laborales en poblaciones analfabetas utilizando tecnologías emergentes como la RA, el aprendizaje automático y las redes neuronales. El método visual se caracteriza por trabajar exclusivamente con imágenes digitales tridimensionales superpuestas, independientemente del texto y el idioma. El modelo pedagógico informal diseñado y el enfoque didáctico-cognitivo docente-aprendiz se enfocan específicamente en la formación laboral, lo cual es un aporte novedoso, ya que no se encontró evidencia de ello en el estado del arte. El método visual también ofrece una nueva forma de enseñanza informal e individualizada para poblaciones analfabetas. En cuanto a la invención del método visual, contribuye a la educación informal en la formación de diversos oficios, fortaleciendo el aspecto cognitivo y la apropiación de conocimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en tiempo real.

Finalmente, se analizaron los resultados estadísticos de encuestas de satisfacción, expectativa, validez cognitiva y aceptación de la herramienta, así como las conclusiones generales de la investigación.

## Capítulo 2. Estado del arte

### 2.1 Revisión de literatura

#### 2.1.1 Definición

La RA es el término utilizado para definir la visión de un entorno físico en el mundo real, a través de un dispositivo tecnológico, es decir, se combinan elementos físicos tangibles con elementos virtuales, creando así una RA en el tiempo real.

Existen diversas investigaciones sobre el uso de la RA en todas las disciplinas. Por ejemplo, el trabajo de Azuma (1997) es una revisión completa de la tecnología de RA. Se cubren los conceptos fundamentales de esta tecnología, así como los sistemas de monitoreo y visualización, y se exploran sus aplicaciones en campos como la medicina, la educación, la industria y el entretenimiento.

Carmigniani y Furht (2011) presentan una revisión exhaustiva de la tecnología de RA en su capítulo *Handbook of Augmented Reality*. Se examinaron los conceptos clave, las tecnologías de visualización y seguimiento, así como las aplicaciones de RA en entornos como la educación, la medicina y el entretenimiento. Por otro lado, Caudell y Mizell (1992) describen cómo se puede aplicar la RA a los procesos de fabricación manual a través de pantallas de visualización de información. Además, presenta un estudio piloto de un sistema de RA aplicado a la fabricación de cableado eléctrico. También, el estudio de Chen y Wang (2018) realiza un metaanálisis de estudios previos sobre la efectividad de las aplicaciones de RA en la educación K-12. Los resultados indican que la RA puede mejorar el aprendizaje y la retención de conocimientos en áreas como la ciencia y la historia, y se discuten impresiones para la enseñanza y el diseño de materiales educativos. Asimismo, Henderson y Feiner (2011) investigan cómo la RA puede ayudar en la fase psicomotora de una tarea procedimental. A través de un estudio, demuestra que la RA puede mejorar el rendimiento y la precisión en la realización de tareas de montaje. En su artículo, Tönnis y Rauschnabel (2018) examinan el impacto de la RA en la experiencia del consumidor y el comportamiento de compra. Discuten cómo la RA puede mejorar la percepción de los productos y proporcionar información adicional a los consumidores, lo que puede influir en sus decisiones de compra. El artículo de Wang y Dunston (2017) investiga el uso de la RA en el sector de la salud. Se exploran las aplicaciones de esta tecnología en la formación de profesionales de la salud, la planificación de cirugías y la mejora de la comunicación entre médicos y pacientes. En su artículo, Wu et al. (2013) analizan la integración de la RA y la realidad virtual en un entorno de aprendizaje mixto. Explora cómo estas tecnologías se pueden complementar con anillos para crear experiencias de aprendizaje más inmersivas

y efectivas. Además de los estudios incluidos, hay otros autores y artículos que también han explorado el campo de la RA y han proporcionado perspectivas adicionales. Aquí hay unos ejemplos:

Azuma (1997) introduce el concepto de RA y define sus principales características. Proporcione una descripción general de la tecnología y su posible aplicación en campos como la medicina, el entretenimiento y la industria. En este artículo, Pallacicini, F. y Serino, S. (2017) revisan la literatura sobre el uso de la RA para mejorar la transferencia de conocimiento en contextos educativos. Discuten varios estudios que han demostrado el potencial de la RA para mejorar la comprensión y la retención de conocimientos en áreas como la biología y la arqueología, y presentan algunas recomendaciones para el diseño e implementación de aplicaciones de RA en la educación. En el artículo de Seichter y Billinghamurst (2010), discuten el uso de la RA en la elaboración y difusión del patrimonio cultural. Presentan un marco para crear aplicaciones de RA para el patrimonio cultural, incluida la captura de datos, la creación de modelos 3D y la implementación de aplicaciones. Por otro lado, Shang y Lee (2015) analizan el papel de las características y restricciones en el diseño de entornos de RA para el aprendizaje. Las providencias se refieren a las posibilidades de acción que ofrecen los objetos y los entornos virtuales, mientras que las restricciones son las limitaciones que restringen las posibilidades de acción. Los autores proponen un marco para el diseño de entornos de RA que incluye la identificación y manipulación de disposiciones y restricciones.

En este artículo, Ternier, Klemke y Kalz (2019), realizan una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de la RA en la educación. Identifican diferentes tipos de aplicaciones de RA, como libros de texto con alertas, juegos educativos y simulaciones, y analizan los beneficios y las limitaciones de cada tipo. También discuten los desafíos en la implementación y evaluación de aplicaciones de RA en la educación. Asimismo, Tsai y Lin (2017), realizan un exhaustivo relevamiento de la literatura sobre el uso de la RA en educación entre 2011 y 2016. Identifican las aplicaciones más comunes de la RA en educación, como la visualización de objetos en 3D y la creación de experiencias de aprendizaje inmersivo, análisis de los beneficios y las limitaciones de cada tipo. También discuten los desafíos en la implementación y evaluación de aplicaciones de RA en la educación.

En relación con el artículo de van Krevelen y Poelman (2010), presentan un relevamiento de las tecnologías, aplicaciones y limitaciones de la RA. Discuten las diferentes formas de presentar la RA, como gafas de RA y dispositivos móviles, y analizan las aplicaciones de RA en áreas como la industria, la medicina y el entretenimiento. También discuten la usabilidad y los desafíos técnicos en la implementación de la RA. En este artículo, Wang (2019) y sus colegas realizan un metanálisis y una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de la RA en la educación, encuentran que la RA puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, así como su comprensión y retención de información. También señalan que la RA puede ser especialmente efectiva para el aprendizaje práctico y la resolución de problemas. Sin embargo, también

identifican desafíos en la implementación de la RA, como la falta de estándares y la necesidad de una adecuada formación de los educadores.

En el artículo de Wu (2013) y sus colegas presentan el estado actual, las oportunidades y los desafíos de la RA en la educación. Analizan cómo la RA puede mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y proporcionar un entorno de aprendizaje más interactivo e inmersivo. También señalan los desafíos en la implementación de la RA en la educación, como la falta de estándares y la necesidad de una formación adecuada para los educadores.

Finalmente, proponen algunas estrategias para la integración efectiva de la RA en la educación. De manera similar, Yang (2018) y sus colegas presentan una aplicación de RA en la educación que combina el aprendizaje basado en la investigación y la RA móvil. Encuentran que la aplicación mejora la comprensión y retención de información de los estudiantes y aumenta su motivación para aprender. También discuten los desafíos en la implementación de la RA móvil en la educación, como la necesidad de una infraestructura adecuada y la dificultad de diseñar actividades de aprendizaje efectivas. Según el artículo de Yun y Lee (2018), realizan un metaanálisis de la literatura sobre el uso de la RA y la realidad virtual en el aprendizaje de idiomas. Encuentran que tanto la RA como la realidad virtual pueden mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, así como su comprensión y retención de información. También señalan que la RA y la realidad virtual pueden ser especialmente efectivas para el aprendizaje práctico y la resolución de problemas en el contexto del aprendizaje de idiomas. Por otro lado, Kim et al. (2020) examinó los efectos del aprendizaje de RA en la participación, el rendimiento, la satisfacción y la inmersión de los estudiantes en la educación científica.

El estudio se llevó a cabo sobre una muestra de 118 estudiantes de quinto grado que fueron asignados aleatoriamente a dos grupos, un grupo experimental y un grupo de control. El grupo experimental usó una aplicación de aprendizaje RA durante las clases de ciencias, mientras que el grupo de control usó el aprendizaje tradicional basado en libros de texto. El estudio encontró que la aplicación de aprendizaje RA mejoró significativamente el compromiso, el logro, la satisfacción y la inmersión de los estudiantes en la educación científica en comparación con el grupo de control. Del mismo modo, Wang et al. (2020) realizaron un estudio empírico para investigar los efectos de la RA en la motivación y el logro del aprendizaje en el aprendizaje móvil. El estudio se realizó en una muestra de 62 estudiantes universitarios que fueron asignados aleatoriamente a dos grupos, un grupo RA y un grupo no RA. Los resultados mostraron que el grupo RA tenía niveles significativamente más altos de motivación y logros de aprendizaje en comparación con el grupo sin RA. El estudio sugiere que la tecnología RA se puede usar de manera efectiva para mejorar la motivación y el rendimiento del aprendizaje en el móvil. Por otro lado, García-Sánchez y Martínez-Muñoz (2020) propusieron una estrategia didáctica basada en RA para mejorar la educación STEM. El estudio involucró el desarrollo de una aplicación móvil basada en RA llamada STEM-AR, que brindó experiencias de aprendizaje interactivo



para estudiantes en materias STEM. El estudio realizó una evaluación de la aplicación STEM-AR con una muestra de 50 estudiantes de secundaria y mostró que la aplicación tuvo un impacto positivo en la motivación, el compromiso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes en la educación STEM. El estudio sugiere que la tecnología RA se puede usar de manera efectiva para mejorar la educación STEM al proporcionar experiencias de aprendizaje interactivas e inmersivas.

A su vez, el artículo de Adcock et al. (2020) realizó una revisión sistemática de la literatura para investigar el uso de la RA en la educación en ingeniería. El estudio analizó 64 artículos publicados entre 2008 y 2018 y descubrió que la tecnología RA se ha utilizado en varios aspectos de la educación en ingeniería, incluida la capacitación en laboratorio, el diseño y la visualización, y la simulación y el modelado. El estudio identificó varios beneficios del uso de la tecnología RA en la educación en ingeniería, como mejorar las habilidades de visualización espacial de los estudiantes, mejorar su compromiso y motivación, y brindar oportunidades para el aprendizaje activo y experiencial. El estudio también destacó varios desafíos y limitaciones de la tecnología RA en la educación en ingeniería, como la necesidad de hardware y software apropiados, problemas técnicos y falta de estandarización.

Por su parte, C. Haring, B. Rathke y H. Ernst (2017) realizaron un estudio titulado “RA en la industria química y farmacéutica: desafíos, oportunidades y aplicaciones”. Los autores presentaron una revisión de varias aplicaciones de RA en la industria química y farmacéutica, discutiendo desafíos y oportunidades, enfatizaron el potencial de la tecnología de RA en la industria química y farmacéutica, destacando las áreas de educación, capacitación y control de calidad. Los autores también discutieron los desafíos de implementar la tecnología de RA, incluidos los problemas relacionados con el hardware, el software y la gestión de datos. Para reforzar aún más las revisiones de la literatura (Ver Anexo 2).

En general, el estado del arte en tecnología de RA ha avanzado significativamente en la última década. Ha habido numerosos estudios y aplicaciones que han demostrado el potencial de la tecnología de RA en varios campos, incluidos la medicina, la educación, el entretenimiento y la industria. Sin embargo, la implementación de la tecnología de RA aún enfrenta varios desafíos, incluidos problemas relacionados con el hardware, el software, la gestión de datos y la experiencia del usuario. La investigación futura debe centrarse en desarrollar hardware y software más eficientes y fáciles de usar, así como en explorar nuevas aplicaciones y casos de uso para la tecnología de RA. Además, se necesitan estudios más completos para evaluar la eficacia y el impacto de la tecnología de RA en varios campos.

## **2.1.2 Aplicaciones de la RA en otros ámbitos**

Siguiendo con el análisis, es importante destacar el impacto potencial de la RA en los campos de la ingeniería, la robótica, la automatización, la cibernética, el aprendizaje automático, las redes neuronales y la industria 4.0. Estas disciplinas pueden beneficiarse enormemente de la integración de tecnologías de RA para mejorar sus capacidades y mejorar la eficiencia. En el campo de la ingeniería, la RA se puede aplicar a procesos de diseño y simulación. Autores como Wang et al. (2018) han explorado el uso de la RA en el diseño de ingeniería, donde permite a los ingenieros ver e interactuar con modelos virtuales de una manera más intuitiva e inmersiva. Esto puede facilitar una mejor comprensión de diseños complejos, identificar problemas potenciales y optimizar el proceso de ingeniería.

**En ingeniería de sistemas** existen algunos autores que han desarrollado trabajos investigativos en esta área, tales como: Azuma (1997) quien realizó una revisión exhaustiva de la RA, explorando su uso en diversas áreas. Su investigación proporcionó una visión general de los conceptos y tecnologías clave de la RA, sentando las bases para futuros avances en el campo. De igual forma, Chang, Wen, Lin y Weng (2015) propusieron un sistema de aprendizaje basado en RA para mejorar la experiencia de aprendizaje en ingeniería. Su investigación mostró cómo la RA puede facilitar la comprensión de conceptos complejos y mejorar la retención de conocimientos en entornos educativos. De manera similar, Li, Cai y Shi (2017) exploran el uso de la RA en el diseño colaborativo remoto de sistemas industriales. Su trabajo se centró en el desarrollo de herramientas y técnicas que permiten a los equipos de ingeniería trabajar de forma colaborativa y eficiente a través de dispositivos de RA, optimizando los procesos de diseño y producción. Por otro lado, Kalkofen, Wagner y Schmalstieg (2007) se centraron en el seguimiento de visión sin marcadores para aplicaciones de RA en entornos exteriores. Su investigación se centró en el desarrollo de métodos y algoritmos para rastrear y superponer de forma precisa y fiable objetos virtuales en el mundo real, mejorando así la experiencia de RA en entornos al aire libre. Asimismo, Azuma y Bishop (2001) investigaron y propusieron mejoras en el registro estático y dinámico de un HMD (Head-Mounted Display) transparente. Su trabajo se centró en optimizar la alineación entre los objetos virtuales y el entorno real, mejorando la integración de los elementos virtuales en el campo de visión del usuario. De igual forma, Li y Lau (2019) realizaron una revisión exhaustiva sobre la RA en la ingeniería, abordando diversos aspectos como la visualización de datos, el diseño y la fabricación, la formación y capacitación, entre otros. Su investigación proporcionó una visión general de las aplicaciones y desafíos actuales en el uso de la RA en el campo de la ingeniería, destacando su potencial para mejorar la eficiencia y la productividad en diversas áreas.

**En el campo de la ingeniería electrónica**, varios autores han realizado investigaciones sobre la RA y su aplicación en diferentes contextos. A continuación, se presenta un resumen de algunos de estos autores y sus contribuciones: Smith et al. (2018) examinaron el uso de la RA en ingeniería electrónica, destacando su potencial para mejorar la visualización de datos y facilitar la interacción con sistemas complejos. Su estudio proporcionó una visión general de las tecnologías y técnicas utilizadas en la RA aplicada a la ingeniería electrónica. Por otro lado, Johnson y Brown (2019) investigaron la integración de la RA en la fabricación

electrónica. Su estudio se centró en cómo la RA puede mejorar la precisión y la eficiencia en los procesos de ensamblaje y fabricación de componentes electrónicos. Además, exploraron el uso de gafas de RA como herramienta de visualización en entornos de producción. Lee y Kim (2020) propusieron un sistema de RA basado en la detección de marcadores para la inspección de circuitos electrónicos. Su investigación se centró en la detección y superposición de información adicional sobre circuitos electrónicos en tiempo real, lo que facilita la identificación de componentes y la detección de posibles errores en el diseño o montaje. Por otro lado, Zhang et al. (2021) desarrollaron un sistema de RA para la visualización de datos en tiempo real en entornos industriales. Su estudio se centró en mejorar la eficiencia y precisión de las tareas de mantenimiento y reparación de equipos electrónicos complejos. Utilizando gafas de RA, los operadores pudieron acceder a información relevante y guías visuales durante sus actividades.

**En el campo de la robótica**, la RA puede mejorar la programación y el control de los sistemas robóticos. Investigadores como Gao et al. (2017) han investigado el uso de interfaces de RA para mejorar la interacción y programación humano-robot. Al superponer información virtual al mundo real, los operadores pueden controlar robots de forma intuitiva y monitorear sus acciones en tiempo real, mejorando la eficiencia y la facilidad de uso en varias aplicaciones de robótica. Los sistemas de automatización también pueden beneficiarse de la integración de la RA. Autores como Sodhi y Nguyen (2020) han explorado la aplicación de la RA en la automatización industrial, donde puede proporcionar retroalimentación, visualización y asistencia en tiempo real a los operadores. La RA puede mejorar la conciencia situacional, guiar a los operadores a través de tareas complejas y mejorar la eficiencia y seguridad de los procesos automatizados.

**En el campo de la cibernética**, la RA puede contribuir al desarrollo de interfaces hombre- máquina avanzadas. Investigadores como Azuma y Bishop (2017) han discutido el potencial de la RA en la cibernética, donde puede permitir una integración perfecta entre humanos y máquinas. Las interfaces de RA pueden proporcionar retroalimentación en tiempo real, visualización de información y mecanismos de control que permiten a los usuarios interactuar con los sistemas cibernéticos de manera más efectiva. Por ejemplo, Grudin (1994) exploró cómo la RA puede mejorar la comunicación en situaciones de colaboración, permitiendo a los usuarios compartir información de manera más efectiva y comprender mejor problemas complejos. Otros autores, como Rheingold (1991), han examinado la RA desde una perspectiva socio cibernética, analizando cómo esta tecnología puede afectar a las interacciones sociales y la construcción de conocimiento en entornos cibernéticos.

**En el campo del Machine Learning**, existen autores que han desarrollado investigaciones en esta área, destacando Song y Xie (2019) quienes propusieron un sistema de RA basado en el aprendizaje profundo que se enfoca en el reconocimiento y seguimiento de objetos. Su enfoque aprovecha el poder de los algoritmos de aprendizaje profundo para reconocer y rastrear objetos con precisión en tiempo real, mejorando la experiencia general de la RA él mismo, Zhang et al. (2019) desarrollaron un sistema de RA sin marcadores

utilizando técnicas de aprendizaje profundo para el reconocimiento de objetos en tiempo real. Su método elimina la necesidad de marcadores o marcadores especiales, lo que permite interacciones más fluidas y naturales con objetos virtuales en el mundo real. De manera similar, Chen, Li y Zhang (2020) introdujeron un sistema de seguimiento de manos en tiempo real para aplicaciones de RA, basado en aprendizaje profundo. Su sistema permite un seguimiento preciso de los movimientos de la mano, lo que permite a los usuarios interactuar con objetos virtuales de una manera más intuitiva e inmersiva. Por otro lado, Liao et al. (2020) presentó un enfoque basado en el aprendizaje profundo para la detección y el seguimiento de objetos en tiempo real en RA. Su sistema combina el poder de los algoritmos de aprendizaje profundo con capacidades de procesamiento en tiempo real, lo que permite una integración perfecta de objetos virtuales en el mundo real. Finalmente, Song y Xie (2020) se centraron en el seguimiento visual de objetos en aplicaciones de RA. Su enfoque aprovecha las técnicas de aprendizaje profundo para rastrear objetos en tiempo real, lo que garantiza una experiencia de RA fluida y precisa.

**En el área de las redes neuronales**, en el artículo de García (2018) calculó un enfoque basado en redes neuronales para la detección y seguimiento de objetos en entornos de RA. Utilizando técnicas de aprendizaje profundo, el autor perfeccionado desarrolló un sistema capaz de reconocer objetos en tiempo real y superponer información relevante sobre ellos. Esta investigación demostró el potencial de las redes neuronales para mejorar la precisión y la eficiencia de las aplicaciones de RA. Por otro lado Smith et al. (2019) se centró en el desarrollo de redes neuronales convolucionales (CNN) para la generación de contenido virtual en RA. Entrenando la red con una gran cantidad de imágenes y su correspondiente información de RA, lograron crear un modelo capaz de generar de forma autónoma objetos virtuales realistas en entornos reales. Este enfoque tiene aplicaciones prometedoras en áreas como el diseño de interiores y la publicidad. En cuanto a la interacción hombre-máquina, Johnson (2020) exploró el uso de redes neuronales recurrentes (RNN) en la predicción y anticipación de las acciones del usuario en aplicaciones de RA. Al analizar el historial de las interacciones de los usuarios y los patrones de comportamiento, la red neuronal pudo anticipar acciones futuras y adaptar la experiencia de RA en consecuencia. Este enfoque mejora la interacción y la experiencia del usuario al anticipar sus necesidades y entregar contenido relevante con anticipación.

**En el contexto de la Industria 4.0** y la RA, Müller et al. (2017) examinaron la integración de la RA en la Industria 4.0, destacando su potencial para mejorar la eficiencia y la productividad en los procesos industriales. Su estudio se centró en cómo la RA puede proporcionar información contextual y visualización de datos en tiempo real para respaldar la toma de decisiones y mejorar la colaboración hombre-máquina. Asimismo, Schmidt et al. (2018) investigaron la aplicación de la RA en la planificación y el control de la producción en entornos de Industria 4.0. Su estudio se centró en cómo la RA puede mejorar la eficiencia de la producción al permitir la visualización intuitiva de información relevante, como instrucciones de trabajo y estado del proceso, directamente en el campo de visión de los trabajadores. Por otro lado, Fisher et al. (2019) propusieron un

enfoque basado en RA para mejorar la educación y formación de los trabajadores en entornos de Industria 4.0. Su investigación se centró en el desarrollo de aplicaciones de RA que permiten a los trabajadores adquirir y practicar habilidades específicas de forma interactiva y guiada. Finalmente, Müller- Steinberg et al. (2020) exploraron la aplicación de la RA en la logística de la Industria 4.0, específicamente en el área de preparación de pedidos. Su estudio se centró en cómo la RA puede mejorar la precisión y la eficiencia en el proceso de selección de productos al superponer información visual en tiempo real, como direcciones de ubicación y cantidades requeridas.

En conclusión, la integración de la RA en ingeniería, robótica, automatización y cibernética de tercer orden, aprendizaje automático, redes neuronales e Industria 4.0, tienen un gran potencial para mejorar la eficiencia, mejorar la interacción hombre-máquina y optimizar procesos en estos campos. Los estudios e investigaciones realizados por los citados autores aportan información sobre la aplicación de la RA en estos dominios, destacando los beneficios y avances realizados hasta el momento. A medida que la tecnología continúa evolucionando, podemos esperar más desarrollos e innovaciones en el uso de la RA en estas áreas, abriendo nuevas posibilidades para sistemas mejorados, productividad mejorada y capacidades ampliadas.

### **2.1.3 Revisión del estado del arte en patentes**

En el estado actual de la técnica se han desarrollado métodos y sistemas de aprendizaje que pueden implementarse utilizando dispositivos computacionales convencionales. Por ejemplo, en la solicitud de patente estadounidense 2015/0056584 se ha divulgado un método para el entrenamiento manual del soldador. Este método comprende los siguientes elementos:

(a) Un aparato de entrenamiento de soldadura que incorpore componentes de hardware y software. Este dispositivo se encarga de recolectar y procesar datos en tiempo real, los cuales son derivados de un ejercicio de entrenamiento realizado por un aprendiz de soldadura. (b) La selección de objetivos de entrenamiento de un conjunto predefinido de objetivos. (c) La inicialización de un plan de estudios personalizado para el aprendiz, que se basa en los objetivos de formación seleccionados. (d) La realización de al menos un ejercicio de formación, que forma parte integrante del plan de estudios y se compone de una tarea de ejecución. (e) La provisión de retroalimentación en tiempo real al alumno, que se basa en el desempeño del alumno durante el ejercicio de entrenamiento. (f) La evaluación del desempeño del aprendiz, tomando como referencia los datos de calidad de soldadura recolectados y procesados durante el ejercicio de entrenamiento. (g) Opcionalmente, la adecuación del currículo en base a la evaluación del desempeño del aprendiz. (h) El otorgamiento de credenciales, certificaciones o similares al estudiante una vez que haya completado satisfactoriamente el plan de estudios establecido.

En resumen, el método descrito se basa en un enfoque integral que combina la recopilación y el procesamiento de datos en tiempo real, la personalización del currículo, la retroalimentación continua, la evaluación del desempeño y la adaptación del currículo. Todo esto tiene como objetivo brindar una capacitación efectiva y permitir la obtención de credenciales reconocidas al completar con éxito el programa de estudios.

También existe el documento US005717828A, que presenta una invención que amplía la capacidad de comunicación convencional. En este caso, se utilizan programas de reconocimiento de voz que son más rápidos en el reconocimiento y comprensión de grandes vocabularios de palabras y frases, con el objetivo de enseñar habilidades de comprensión y producción oral del lenguaje. Durante cada etapa de un programa de enseñanza, se proporciona información al usuario de tal manera que algunas respuestas en el idioma de destino se consideran correctas o apropiadas, mientras que otras se consideran incorrectas o inapropiadas. Estos conjuntos de respuestas seleccionadas se utilizan para enseñar diferentes aspectos del lenguaje.

Se selecciona un subconjunto de respuestas correctas e incorrectas para que un subprograma de reconocimiento de voz pueda discernir fácilmente entre ellas, evitando la confusión entre las respuestas permitidas. Asegura que cada respuesta incorrecta se distinga de cada respuesta correcta. Los significados de al menos las respuestas correctas permitidas se aclaran mediante información auditiva o visual, como imágenes gráficas o texto impreso en el idioma nativo del usuario.

Además, se proporciona un modelo de pronunciación correcta para cada respuesta permitida, que se puede presentar de forma exhaustiva o selectiva.

La invención también incluye un mecanismo para diferenciar tentativamente entre productos deficientes y deformados, proporcionando información correctiva sobre la producción deficiente. Este mecanismo puede implicar el uso de modelos de habla ficticios, que se forman incorrectamente. Además, en el proceso se pueden utilizar analizadores de voz, monitores aumentativos y captura de medidas no acústicas.

En el alcance del documento US20190142519 se describen las funciones características de un sistema de cirugía asistida por computadora (CAS) con navegación, que incluye la planificación prequirúrgica de un procedimiento y proporciona información e imágenes diagnósticas preoperatorias en un formato útil. El sistema CAS ofrece información en tiempo real sobre el estado de un procedimiento en curso, lo que permite ver tanto el plan preoperatorio como los datos intraoperatorios. El sistema CAS se puede utilizar en varios entornos, como quirófanos convencionales, unidades de radiología intervencionista, quirófanos móviles o clínicas ambulatorias. El procedimiento puede englobar cualquier intervención médica, ya sea quirúrgica o no quirúrgica. Las imágenes utilizadas incluyen imágenes preoperatorias, como imágenes fluoroscópicas bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D), resonancia magnética nuclear (RMN) o tomografía computarizada (TC).

En resumen, el sistema CAS descrito en el documento citado proporciona una amplia gama de funcionalidades, desde la planificación prequirúrgica hasta la visualización de datos en tiempo real y la integración de imágenes de diagnóstico relevantes. Su aplicabilidad abarca varios entornos clínicos y tipos de procedimientos médicos, y utiliza una variedad de modalidades de imágenes para respaldar y mejorar la precisión y el éxito de los procedimientos.

Del mismo modo, el documento US20090322671A1 hace referencia a un sistema mejorado de RA que integra una interfaz humana y un sistema informático en un único dispositivo portátil. Este dispositivo cuenta con una pantalla táctil y una cámara montada en la parte trasera, lo que permite al usuario interactuar con el contenido RA de manera más intuitiva. Además, el sistema incluye una base de datos que almacena imágenes gráficas o información textual relacionada con los objetos que se pretenden ampliar, y un procesador encargado de analizar las imágenes captadas por la cámara, ubicando uno o más puntos de referencia asociados a un objeto real y determinar la posición y orientación de la cámara en base a estos puntos. A continuación, el procesador realiza una búsqueda en la base de datos para encontrar las imágenes gráficas o la información textual asociada al objeto real, y finalmente superpone estas imágenes o información en tiempo real a las imágenes captadas por la cámara.

Finalmente, encontramos el documento US20190094981, que revela configuraciones para presentar experiencias de realidad virtual y RA a los usuarios. El sistema comprende un dispositivo de captura de imágenes que captura una o más imágenes correspondientes al campo de visión de un usuario de un dispositivo de RA montado en la cabeza. Además, incluye un procesador acoplado comunicativamente al dispositivo de captura de imágenes, que extrae un conjunto de puntos del mapa del conjunto de imágenes capturadas. El procesador también identifica un conjunto de puntos dispersos y un conjunto de puntos densos dentro del conjunto de puntos del mapa extraído y realiza la normalización en el conjunto de puntos del mapa.

Sin embargo, US20190094981 requiere un procesador potente, como un procesador Intel de cuatro núcleos de 3 GHz, para calcular el conjunto de puntos y generar un conjunto de imágenes, lo que consume una gran cantidad de recursos y tiempo de procesamiento. Esto representa una complejidad en la implementación de la RA en este dispositivo.

En conclusión, los documentos mencionados presentan ciertas desventajas en cuanto al manejo de imágenes 3D superpuestas, lo que conlleva a la generación de contenido estático y la dependencia de materiales impresos y textuales, como se evidencia en los documentos US2015/0056584A1 y US20090322671A1. La presente invención se basa en el uso de tecnologías emergentes, como los dispositivos de RA, que no requieren voz ni lenguaje oral o escrito, que se adapta a la población objetivo. Por otro lado, el documento US20190142519 se centra en un entrenamiento quirúrgico complejo que utiliza marcadores para la ubicación de objetos, mientras que la nueva invención prescinde de marcadores, ya que todas las imágenes están en una base de datos accesible

desde cualquier lugar. Finalmente, el documento US20190094981 presenta una dificultad en cuanto a procesamiento complejo para calcular puntos y generar imágenes 3D, lo que requiere una gran cantidad de recursos computacionales.



## Capítulo 3. Marco teórico

En este capítulo se abordan dos aspectos relevantes de la investigación: el Aspecto Pedagógico y el Aspecto Tecnológico. A continuación se encuentran las descripciones de cada uno de ellos.

### 3.1 Aspecto pedagógico

#### 3.1.1 Teoría constructivista

El constructivismo es una teoría del aprendizaje que se centra en la idea de que el individuo construye activamente el conocimiento a través de la interacción con su entorno. En el contexto de la RA, el constructivismo proporciona un marco teórico que permite comprender cómo los usuarios construyen su conocimiento y experiencia a través de la interacción con elementos virtuales y el entorno real. En este marco teórico exploraremos los conceptos fundamentales del constructivismo aplicado a la RA y algunos autores relevantes en el tema.

El constructivismo es una teoría del aprendizaje que sostiene que los individuos construyen activamente su conocimiento a través de la interacción con su entorno. Se basa en la idea de que el aprendizaje es un proceso activo y significativo en el que los individuos dan sentido a la información y la integran en sus estructuras cognitivas existentes.

El constructivismo promueve el aprendizaje basado en la experiencia, la reflexión y la construcción de significados.

La RA combina elementos virtuales con el entorno real, brindando a los usuarios una experiencia enriquecida. En la RA, los usuarios interactúan con objetos virtuales y acceden a información adicional superpuesta al entorno real. La RA brinda oportunidades para la construcción de conocimiento y la interacción activa con el entorno.

La aplicación del constructivismo a la RA se centra en cómo los usuarios construyen su conocimiento y experiencia a través de la interacción con elementos virtuales y el entorno real. Algunos aspectos relevantes incluyen:

**Aprendizaje basado en la experiencia:** La RA proporciona experiencias inmersivas que permiten a los usuarios interactuar con objetos y entornos virtuales de manera significativa. Autores como Dede (2009) han explorado cómo la RA facilita el aprendizaje experiencial, donde los usuarios pueden construir su conocimiento a través de la exploración y la interacción prácticas.

**Construcción de significados:** El constructivismo enfatiza la construcción activa de significados por parte del individuo. En la RA, los usuarios interpretan y asignan significado a elementos virtuales superpuestos a su entorno real. Autores como Milgram y Kishino (1994) han investigado la construcción de

significados en la RA y cómo los usuarios integran elementos virtuales en su experiencia y conocimientos previos.

**Colaboración y aprendizaje social:** El constructivismo también enfatiza la importancia de la interacción social y la colaboración en el aprendizaje. La RA puede facilitar la colaboración entre usuarios, permitiéndoles construir conocimientos juntos. Autores como Dillenbourg (1999) han estudiado el aprendizaje colaborativo en entornos de RA y cómo puede favorecer la construcción de conocimiento compartido.

Dados los principios del modelo Maestro-Aprendiz, se puede ver que la enseñanza de oficios especializados se basa en las ideas de la teoría educativa constructivista. Esta teoría sostiene que los docentes brindan a los estudiantes las herramientas necesarias para construir su propio conocimiento y desarrollar habilidades para la resolución de problemas. Según Santiuste (2004), el constructivismo afirma que el conocimiento no se descubre, sino que se construye a través de la interpretación individual y la interacción social. Bajo esta perspectiva, el alumno asume un papel activo y responsable en su proceso de aprendizaje. Los principios fundamentales del constructivismo incluyen la participación activa del aprendiz, la modificación de concepciones previas para generar un aprendizaje más complejo y el reconocimiento de que el aprendizaje es subjetivo, personal, social y afectivo.

Sin embargo, el constructivismo no es el único enfoque educativo relevante en la enseñanza de oficios especializados. La teoría de la cognición distribuida es aún más relevante, especialmente en el contexto de la distribución cognitiva entre individuos y objetos. Esta teoría sostiene que el conocimiento y la cognición no se limitan a la mente individual, sino que se distribuyen entre objetos, individuos, artefactos y herramientas, y que existen interacciones y relaciones entre ellos. Según Herreros (2009), la cognición distribuida es relevante en el aprendizaje por varias razones:

La cognición social, según Ruiz, García y Fuentes (2006), juega un papel crucial en la percepción de nuestras propias emociones y en la comprensión de las perspectivas de los demás en determinadas situaciones. Es especialmente relevante en el modelo Maestro-Aprendiz, donde el maestro guía al alumno y este aprende a través de la acción y la simulación de situaciones prácticas de aprendizaje. Lerner (1996) argumenta que este enfoque, basado en ejemplos prácticos, es la forma más efectiva de adquirir habilidades profesionales. Mercer (1997) afirma que los conocimientos necesarios para el aprendizaje de un oficio se distribuyen inicialmente desde el docente, y la relación entre el alumno y el docente se complementa con la práctica repetitiva hasta alcanzar un nivel de pericia.

La cognición externa complementa la cognición social. Rogers y Ellis (1996) señalan que su objetivo es explicar el trabajo cognitivo que se lleva a cabo mediante el uso de artefactos tecnológicos. Las interacciones entre individuos y artefactos pueden ser útiles para compartir conocimientos dentro de un grupo, además de proporcionar herramientas y recursos compartidos.

En conclusión, tanto el constructivismo como la teoría de la cognición distribuida son fundamentales en el campo de la enseñanza de oficios. El constructivismo enfatiza la importancia de que los estudiantes construyan su propio conocimiento a través de la interacción y la participación activa. Por otro lado, la cognición distribuida destaca cómo se distribuye el conocimiento entre individuos y objetos, y cómo las interacciones y relaciones entre ellos pueden facilitar el aprendizaje. La integración de estos enfoques teóricos en la enseñanza de oficios especializados, junto con el uso de la RA, puede mejorar aún más el proceso de aprendizaje. La RA, como tecnología emergente, proporciona una capa adicional de interacción y visualización que puede enriquecer la experiencia educativa.

Al combinar el constructivismo con la RA, los estudiantes pueden construir su conocimiento de una manera más activa y significativa. La RA ofrece la capacidad de interactuar con objetos virtuales en un entorno real, lo que permite a los estudiantes explorar y experimentar los conceptos y habilidades relacionados con un oficio específico de manera práctica. Al manipular y ver objetos virtuales en tiempo real, los estudiantes pueden desarrollar una comprensión más profunda de los procedimientos y técnicas requeridas.

Por otro lado, la teoría de la cognición distribuida también encuentra aplicaciones interesantes en la RA. Mediante el uso de esta tecnología, los objetos virtuales se convierten en herramientas cognitivas que complementan la capacidad cognitiva del alumno. Por ejemplo, mediante el uso de instrucciones visuales superpuestas a la RA, los estudiantes pueden recibir apoyo adicional para realizar tareas complejas. Esto reduce la carga cognitiva individual al distribuir parte del procesamiento de la información entre el estudiante y la interfaz de RA.

En cuanto a los autores mencionados anteriormente, McLuhan y Negroponte brindaron información valiosa sobre el impacto de la tecnología en la sociedad y la forma en que las personas interactúan con ella. Sus teorías se pueden aplicar para comprender cómo la RA transforma la forma en que percibimos y nos relacionamos con nuestro entorno. Piscitelli, Lévy, De Pablos, Jenkins, Manovich y Zunzunegui, por su parte, exploraron los aspectos socioculturales y educativos de las tecnologías digitales y pueden considerarse referentes importantes a la hora de examinar la integración de la RA en la educación y la formación profesional calificada.

En resumen, la combinación de teorías constructivistas, cognición distribuida y la aplicación de la RA en la enseñanza de oficios especializados puede abrir nuevas posibilidades de aprendizaje. Al proporcionar a los estudiantes herramientas interactivas y experiencias prácticas, se fomenta la participación activa y significativa en el proceso de adquisición de conocimientos y habilidades. Además, el uso de la RA como herramienta de apoyo permite repartir parte de la carga cognitiva y mejorar la eficiencia del aprendizaje. Aprovechando los aportes de los diferentes autores mencionados, se puede desarrollar un enfoque pedagógico sólido que promueva un aprendizaje más profundo y contextualizado en el campo de los oficios especializados.

## 3.2 Aspecto Tecnológico

### 3.2.1 Realidad aumentada

La RA es una tecnología que combina el mundo real con elementos virtuales, brindando a los usuarios una experiencia enriquecida y contextualizada. La RA se ha vuelto cada vez más relevante en varios campos, como la educación, la industria y la ingeniería. En este marco teórico se explorarán los conceptos fundamentales de la RA, las gafas de RA y algunos autores relevantes en el tema. La RA se define como la superposición de información digital en el entorno real, permitiendo la interacción en tiempo real entre el usuario y los objetos virtuales. Azuma (1997) señala que la RA está en un continuo avance que va desde la realidad completamente virtual a la realidad completamente real. Esta tecnología utiliza dispositivos como Smartphone, tabletas o gafas de RA para presentar información virtual al usuario.

Las gafas de RA son dispositivos específicos diseñados para proporcionar una experiencia inmersiva de RA. Estos dispositivos consisten en un sistema de visualización que superpone imágenes o gráficos virtuales en el campo de visión del usuario. Milgram y Kishino (1994) proponen una taxonomía de pantallas visuales de realidad mixta que clasifica las gafas de RA según el grado de realismo y virtualidad.

Las gafas de RA han experimentado avances significativos en los últimos años, con dispositivos como Microsoft HoloLens, Magic Leap, Google Glass y Apple Vision Pro. Estas gafas ofrecen una experiencia de manos libres, lo que permite una interacción más natural con los objetos virtuales.

La RA ofrece numerosas aplicaciones y beneficios en diversos campos. En educación, por ejemplo, Kamarainen et al. (2013) han explorado el uso de la RA en excursiones educativas, permitiendo a los estudiantes interactuar con objetos virtuales en entornos reales. Esto brinda oportunidades para mejorar la comprensión y el aprendizaje de conceptos complejos. En el ámbito de la industria, Chen y Gao (2015) han realizado una revisión exhaustiva sobre la aplicación de la RA en la fabricación. Su investigación destaca cómo la RA puede mejorar la eficiencia y la precisión de los procesos de fabricación al proporcionar información en tiempo real y guiar a los operadores a través de sus tareas. En el campo de la medicina, Figueiredo, Amorim y Teixeira (2016) han analizado el uso de la RA en la construcción de modelos anatómicos tridimensionales para la planificación de cirugías. La RA permite a los cirujanos ver con precisión las estructuras internas en tiempo real, lo que puede mejorar la precisión y la seguridad de los procedimientos quirúrgicos.

Además de estos autores mencionados, existen numerosos investigadores y expertos que han contribuido al avance de la RA y las gafas de RA. Sus estudios y contribuciones han abordado aspectos como la usabilidad, la interacción hombre-máquina, los sistemas de seguimiento y la integración de la RA con otras tecnologías emergentes.

En resumen, la RA y las gafas de RA son áreas de investigación en constante desarrollo. La comprensión de los conceptos fundamentales de la RA y el conocimiento de las aportaciones de autores relevantes en la materia proporcionan una base sólida para avanzar en la aplicación y uso de esta tecnología en diferentes sectores.

Esta investigación tuvo en cuenta los siguientes conceptos fundamentales:

**Machine Learning aplicado a RA:** La combinación de machine learning y RA ha generado un gran interés en diversos campos, debido a su potencial para mejorar la interacción entre usuarios y elementos virtuales en entornos reales. En este marco teórico se exploraron los conceptos fundamentales del aprendizaje automático aplicado a la RA y algunos autores relevantes en el tema. El aprendizaje automático se refiere a la capacidad de las máquinas para aprender y mejorar automáticamente a partir de datos sin ser programadas explícitamente. Esta rama de la inteligencia artificial utiliza algoritmos y modelos estadísticos para permitir que las máquinas reconozcan patrones, tomen decisiones y realicen tareas específicas. El aprendizaje automático se divide en diferentes enfoques, como el aprendizaje supervisado, no supervisado y de refuerzo. La RA combina elementos virtuales con el mundo real, lo que permite a los usuarios interactuar con información digital en tiempo real. Azuma (1997) define la RA como la superposición de información digital sobre el entorno real, creando así un entorno mixto en el que los usuarios pueden interactuar con objetos virtuales manteniendo una conexión con su entorno físico.

El aprendizaje automático se ha aplicado a varios aspectos de la RA para mejorar la experiencia del usuario y la interacción con elementos virtuales. Algunas áreas de aplicación incluyen: Seguimiento y reconocimiento de objetos: el aprendizaje automático se utiliza para reconocer y rastrear objetos en tiempo real, lo que permite una interacción más precisa con elementos virtuales. Autores como Hartmann, Martín-Gorostiza y Reiners (2018) han investigado el uso de algoritmos de aprendizaje automático para el seguimiento y reconocimiento de objetos en entornos de RA. Calibración y alineación: el aprendizaje automático también se utiliza para la calibración y alineación precisas de objetos virtuales con el entorno real. Autores como Murillo, Sánchez-López y Contero (2020) han propuesto métodos basados en aprendizaje automático para mejorar la precisión y el rendimiento de la calibración en sistemas de RA. Interacción natural: El aprendizaje automático permite desarrollar sistemas de interacción más naturales e intuitivos en entornos de RA. Autores como Siarheyeva, Lombardi y Di Veroli (2019) han investigado el uso de técnicas de aprendizaje automático, como el reconocimiento de gestos y el procesamiento de voz, para mejorar la interacción hombre-máquina en aplicaciones de RA.

En conclusión, la combinación de aprendizaje automático y RA ofrece un gran potencial para mejorar la interacción entre usuarios y elementos virtuales en entornos reales. Autores como Hartmann, Martín-Gorostiza y Reiners, Murillo, Sánchez-López y Contero, Siarheyeva, Lombardi y Di Veroli, Kato y Billingham y Sutherland han realizado investigaciones relevantes en el campo, abordando aspectos como el

reconocimiento y seguimiento de objetos, calibración y alineación, e interacción natural. Estos estudios contribuyen al avance de la aplicación del aprendizaje automático en la RA y sientan las bases para futuras investigaciones en este campo.

**Redes Neuronales Aplicadas a la RA:** La aplicación de redes neuronales en RA ha generado un gran impacto en diversos campos, ya que permite mejorar la detección, reconocimiento y procesamiento de información en tiempo real. En este marco teórico, exploraremos los conceptos fundamentales de las redes neuronales aplicadas a la RA y algunos autores relevantes en el tema.

Las redes neuronales son un modelo computacional inspirado en el funcionamiento del cerebro humano. Estas redes están formadas por nodos interconectados llamados neuronas artificiales, que procesan información y generan resultados basados en patrones y conexiones aprendidos. Las redes neuronales se utilizan en diversos problemas de reconocimiento de patrones, clasificación, segmentación y generación de contenido. La RA combina elementos virtuales con el entorno real, enriqueciendo la experiencia del usuario. Consiste en superponer información digital, como imágenes, gráficos o modelos 3D, al mundo real en tiempo real. La RA permite a los usuarios interactuar con elementos virtuales y acceder a información adicional en su entorno físico. Las redes neuronales han demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar diferentes aspectos de la RA. Algunas aplicaciones relevantes incluyen: Detección y reconocimiento de objetos: Las redes neuronales se utilizan para detectar y reconocer objetos en tiempo real en entornos de RA. Autores como Laina, Rupprecht y Belagiannis (2017) han investigado el uso de redes neuronales convolucionales (CNN) para la detección y seguimiento de objetos en aplicaciones de RA. Reconocimiento facial y seguimiento: las redes neuronales se utilizan para el reconocimiento facial y el seguimiento en aplicaciones de RA. Autores como Deng, Liao y Yang (2019) han propuesto modelos de redes neuronales para el reconocimiento facial en tiempo real, que permiten la superposición de efectos y elementos virtuales en los rostros de los usuarios.

Generación de contenido virtual: Las redes neuronales se utilizan para generar contenido virtual realista en aplicaciones de RA. Autores como Johnson et al. (2016) han investigado el uso de redes neuronales antagónicas generativas (GAN) para crear modelos y texturas 3D realistas que se superponen en el entorno real en tiempo real.

**Cibernética de Tercer Orden Aplicada a la RA:** La cibernética de tercer orden se refiere a un nivel de análisis que va más allá de los sistemas cibernéticos tradicionales, considerando las interacciones y relaciones entre múltiples sistemas y subsistemas. Este enfoque implica una reflexión sobre los procesos de retroalimentación y auto organización, así como la consideración de las influencias contextuales y las implicaciones éticas y sociales de los sistemas cibernéticos. La RA combina elementos virtuales con el entorno real, enriqueciendo la experiencia del usuario proporcionando información adicional y permitiendo la interacción con objetos virtuales. En la RA, se establece una retroalimentación constante entre los usuarios, los dispositivos de visualización y el entorno, lo que permite una experiencia más inmersiva y significativa.

La aplicación de la cibernética de tercer orden a la RA implica considerar las interacciones y los comentarios entre los usuarios, los dispositivos y el entorno, así como reflexionar sobre los sistemas cibernéticos más amplios y los efectos emergentes. Algunas áreas de aplicación relevantes incluyen:

**Diseño y desarrollo de sistemas de RA:** La cibernética de tercer orden permite abordar el diseño y desarrollo de sistemas de RA desde una perspectiva holística, considerando las interacciones y retroalimentaciones entre los diferentes componentes del sistema y su contexto más amplio. Autores como Simeone, Pisan y Strohmeier (2019) han explorado el diseño de sistemas de RA desde una perspectiva cibernética de tercer orden.

**Ética y responsabilidad en la RA:** La cibernética de tercer orden también plantea consideraciones y responsabilidades éticas en el uso de la RA. Autores como Gunkel (2017) han reflexionado sobre los aspectos éticos de la RA y la necesidad de tener en cuenta las implicaciones sociales, políticas y culturales de su aplicación.

En conclusión, la aplicación de la cibernética de tercer orden a la RA proporciona un marco teórico valioso para comprender las complejas interacciones entre usuarios, dispositivos y el entorno. Autores como Simeone, Pisan y Strohmeier, Gunkel, Floridi, Hayles y Jonas han realizado importantes investigaciones en este campo, abordando aspectos como el diseño de sistemas de RA, las implicaciones y responsabilidades éticas, y la relación entre la tecnología y la conciencia humana. Estos estudios contribuyen al avance de la aplicación de la cibernética de tercer orden en la RA y ofrecen bases sólidas para futuras investigaciones en esta área.

**Plataforma de e-learning:** La RA ha demostrado su potencial como herramienta innovadora en el campo de la educación, particularmente en el contexto de las plataformas de e-learning. Varios investigadores han explorado la aplicación de RA en este entorno, destacando sus beneficios y desafíos. Según Jones, Willis y Lloyd (2010), RA en plataformas de aprendizaje electrónico ofrece una experiencia de aprendizaje inmersiva al combinar elementos del mundo real con elementos virtuales. Los estudiantes pueden interactuar con objetos y escenarios virtuales que se superponen a su entorno físico, mejorando la comprensión de conceptos abstractos y facilitando la retención de información. En el campo del aprendizaje de idiomas, Liang, Liao y Chen (2016) han investigado el uso de RA para mejorar el vocabulario en inglés de los estudiantes de idiomas extranjeros. Al superponer palabras y objetos virtuales en el entorno real, los estudiantes pueden practicar y reforzar su conocimiento del vocabulario de manera interactiva y significativa.

La interacción social y la colaboración también son aspectos clave que se benefician de la integración de RA en las plataformas de aprendizaje electrónico. Según Liu, Lin, Tsai y Paas (2016), la RA proporciona un entorno virtual compartido donde los estudiantes pueden colaborar en proyectos y actividades de forma sincrónica, a pesar de estar separados físicamente. Esto fomenta el trabajo en equipo, la comunicación y el

aprendizaje colaborativo. Además, la accesibilidad y la usabilidad son factores importantes por considerar al implementar RA en plataformas de aprendizaje electrónico. Según Klemke, Specht y Ebner (2017), es fundamental garantizar que la experiencia de RA sea intuitiva y esté disponible en diferentes dispositivos y sistemas operativos. También se deben tener en cuenta las necesidades de los estudiantes con discapacidades, asegurando que RA sea accesible para todos.

En conclusión, la RA en las plataformas de e-learning ofrece un enfoque innovador y eficaz para mejorar la experiencia de aprendizaje. Los estudios de Jones, Willis y Lloyd (2010), Liang, Liao y Chen (2016), Liu, Lin, Tsai y Paas (2016) y Klemke, Specht y Ebner (2017) respaldan los beneficios de RA en términos de inmersión, comprensión de conceptos, interacción social y accesibilidad.



## Capítulo 4. Metodología

### 4.1 Problema

La población analfabeta no tiene acceso a la formación profesional para el trabajo.

### 4.2 Objetivos

- Desarrollar un método visual para la formación de habilidades laborales en una población analfabeta.
- Implementar el modelo pedagógico en una Plataforma Móvil para la formación visual de competencias laborales en población analfabeta.
- Evaluar el método visual con herramientas y materiales en tiempo real en una comunidad.

### 4.3 Pregunta de investigación

¿Cómo influye un método visual para la formación de competencias laborales en población analfabeta en español en el uso de la RA en el Departamento de La Guajira?

### 4.4 Tipo de investigación

La investigación en curso adopta un enfoque mixto, combinando los elementos descriptivos cualitativos y correlacionales cuantitativos. Su objetivo central es examinar la influencia de un enfoque visual en la capacitación de competencias laborales en poblaciones analfabetas. Siguiendo las directrices de Yin R. (s.f.), el cual enfatiza la recolección de datos de manera directa de la fuente, como en entrevistas, observaciones y análisis documental en el contexto donde se desarrolla la investigación, conocida como la “comunidad indígena wayuu”, situada en el Departamento de La Guajira. Esto implica que los datos de interés se extraen directamente de la realidad mediante un trabajo detallado del investigador, tal como sugiere Fernández y su equipo (Fernández et al., 2003).

La elección de este enfoque de investigación se justifica por la naturaleza cualitativa de los datos, que serán analizados de forma recurrente a medida que se recojan de la fuente original. Además, el enfoque correlacional se emplea para medir la relación estadística entre dos variables, sin la interferencia de valores externos. Los datos recopilados se sistematizaron de acuerdo con los objetivos del estudio para proporcionar respuestas a la pregunta de investigación planteada.

## 4.5 Diseño de la investigación

El enfoque metodológico utilizado en este estudio es la Investigación-Acción (IA). Según Kemmis (1988), la Investigación Acción es una forma de indagación autorreflexiva llevada a cabo por participantes en situaciones sociales, con el objetivo de mejorar la lógica y la equidad de sus propias prácticas sociales o educativas, así como comprender estas prácticas y las situaciones en las que se llevan a cabo (p. 42). El propósito de esta metodología es la producción de conocimiento proactivo y transformador a través del debate, la reflexión y la construcción colectiva de conocimiento entre los diversos actores de un territorio, con el fin de lograr la transformación social. Es un proceso que combina teoría y praxis, y que permite el aprendizaje, la conciencia crítica de la población sobre su realidad, su empoderamiento, el fortalecimiento y ampliación de sus redes sociales, su movilización colectiva y su acción transformadora. La Investigación Acción busca transformar la situación actual y resolver los desafíos que afectan a una comunidad utilizando sus propios recursos y participación activa. En este enfoque, la comunidad asume la responsabilidad de gestionar el proceso por sí misma, apropiándose del mismo y teniendo el control operativo (saber hacer), lógico (entender) y crítico (juzgar) del mismo.

En esta investigación, el investigador asume todo el proceso de investigación, dejando claro que ningún participante forma parte del mismo. Desde el inicio del programa de formación, se ha mantenido un enfoque primordial en el crecimiento y aprendizaje de los participantes. A lo largo de este proceso, se han llevado a cabo observaciones, reflexiones y se han obtenido resultados con el fin de promover un cambio social significativo, transformar la realidad existente y elevar la conciencia de los estudiantes acerca de su papel en esta transformación. El programa, meticulosamente diseñado por el investigador, involucra activamente a todos los pasantes en el proceso de estudio y en su posterior implementación. Esta dinámica se desarrolla en constante interacción entre el conocimiento aportado por el investigador, las habilidades y capacidades de los pasantes, y los datos recopilados durante el proceso. Además, se investigó el impacto del método visual para la formación de competencias laborales en la comunidad, y cómo se ajusta a los propósitos establecidos para lograr los resultados propuestos por el investigador y dar claridad al método visual propuesto.

## 4.6 Contexto

La investigación se realizó en una comunidad indígena de La Guajira (norte colombiano), se realizó con doce indígenas pertenecientes a la etnia Wayúu de la estancia Mano de Dios del corregimiento Camarones, que no saben hablar, leer ni escribir en español; no tiene conocimiento de ningún oficio especializado.

## 4.7 Aspectos éticos

Para el desarrollo de esta investigación y con el objetivo de evitar problemas éticos fundamentos planteados por Buendía y Berrocal (2011) en su artículo, se solicitó a los participantes de la comunidad Wayuu que llenen con la asistencia del traductor el documento "Formulario de Participación" (Anexo Adicional 1), con el fin de tener plena autorización para la participación en todas las actividades necesarias para el desarrollo de este proyecto de doctorado. El Investigador también firmó el documento de consentimiento, como participante activo. Para evitar plagios y fraudes, todos los videos, fotos y grabaciones electrónicas y fotografías se mantuvieron en el formato y nombre original para no alterar la fecha original de creación en el archivo digital.

## 4.8 Población a investigar

La población objeto de estudio consistió en doce individuos pertenecientes a la comunidad indígena Wayuu de La Guajira. La población se define como el "conjunto sobre el cual se busca generalizar los hallazgos de la investigación y se caracteriza por una serie de atributos que permiten diferenciar entre sus elementos" (Fernández et al, 2003, p. 56). Esta población representa la unidad de observación fundamental que proporcionó los datos estadísticos necesarios para llevar a cabo la investigación y sirve como base esencial para la sistematización del estudio.

La selección de la muestra se realizó teniendo en cuenta criterios específicos, centrándose en la edad de los participantes. Finalmente, se eligieron doce participantes que no tenían conocimientos de lectura ni escritura en español, entre los cuales, cuatro eran mayores de 55 años. La elección de esta muestra se basó en un enfoque de muestreo no probabilístico por conveniencia, siguiendo la definición de McMillan y Schumacher (2001), que lo describen como un método no aleatorio de selección de sujetos que sean accesibles y disponibles. El investigador seleccionó a los participantes en función de su edad, su buena salud física y

mental, y su disposición para participar en las actividades programadas dentro del método visual de la investigación."

## 4.9 Técnicas

En la recopilación de datos, se emplearon dos técnicas distintas. En primer lugar, se aplicó la técnica de observación participante, que implica un registro sistemático, fiable y válido de las conductas y comportamientos observados. El investigador interactuó directamente con los sujetos bajo observación, utilizando esta técnica para obtener información relevante acerca de la aceptación, por parte del grupo de participantes, de una propuesta de formación de competencias laborales basada en un enfoque visual.

En segundo lugar, se utilizó la técnica de cuestionario, diseñada para investigar aspectos generales en lugar de particulares, a través de preguntas escritas organizadas en un cuestionario impreso. Este método se aplicó para recopilar información relativa a las expectativas, la satisfacción y la validez cognitiva. El cuestionario se configuró como un instrumento compuesto por una serie de ítems con respuestas cerradas. Esta elección se hizo con el propósito de obtener información directa, precisa, adecuada y inequívoca que facilitara el análisis de las categorías (Fernández et al, 2003). El instrumento de evaluación de "Satisfacción" estaba vinculado al uso de gafas de RA y constaba de 10 ítems, cada uno con cinco alternativas de respuesta.. Con respecto a la validez cognitiva, se eligieron tres aprendices para ser grabados en video y evaluados por expertos en el oficio, luego los datos de desempeño laboral se analizaron a través de un sistema de evaluación de competencias. Finalmente, se invitó a un miembro de otra comunidad Wayuu que no participó del curso de formación denominado E1, se eligió al azar un aprendiz activo denominado A1, el cual aceptó utilizar la herramienta del método visual, y fueron evaluados en el proceso de ensamblaje de una silla en tiempo real.

Los instrumentos anteriores son para dar respuesta al tercer objetivo específico, los datos proporcionados fueron procesados utilizando los programas estadísticos Microsoft Excel y SPSS con el propósito de confeccionar gráficos y llevar a cabo la interpretación y el análisis de los resultados. Además, se aplicó la técnica de grupos focales, conforme a la metodología de Krueger (2002), con la participación de 5 individuos seleccionados en función de criterios de diversidad en edades. Se procuró crear un entorno relajado y confortable para estas sesiones, que incluyeron la grabación de videos y registros en tiempo real. El investigador asumió el rol de moderador, contando con la asistencia de un intérprete que se encargó de registrar las opiniones y reflexiones emanadas de las preguntas previamente diseñadas por el investigador. Estas preguntas se enfocaron en cinco áreas específicas, con el objetivo de generar nuevos conceptos de relevancia para la recolección de datos referentes a las dinámicas interpersonales entre los estudiantes. Finalmente, se procedió al análisis de los datos obtenidos a partir de la discusión del grupo focal.

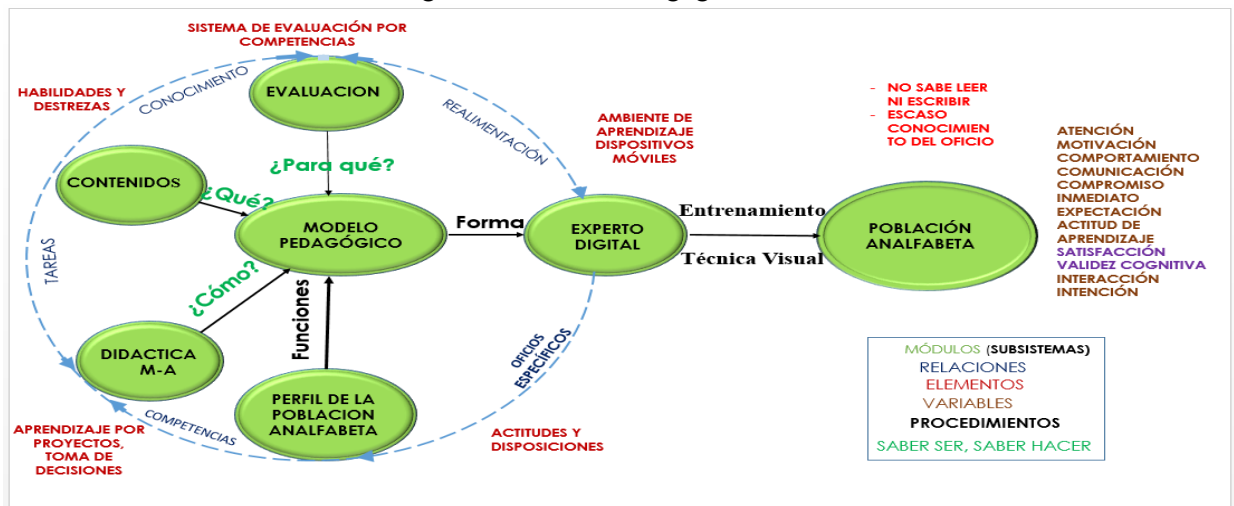
## 4.10 Diseño del Ambiente de Aprendizaje m-Learning

### 4.10.1 Aspecto Pedagógico

#### 4.10.1.1 Aplicación de la teoría constructivista

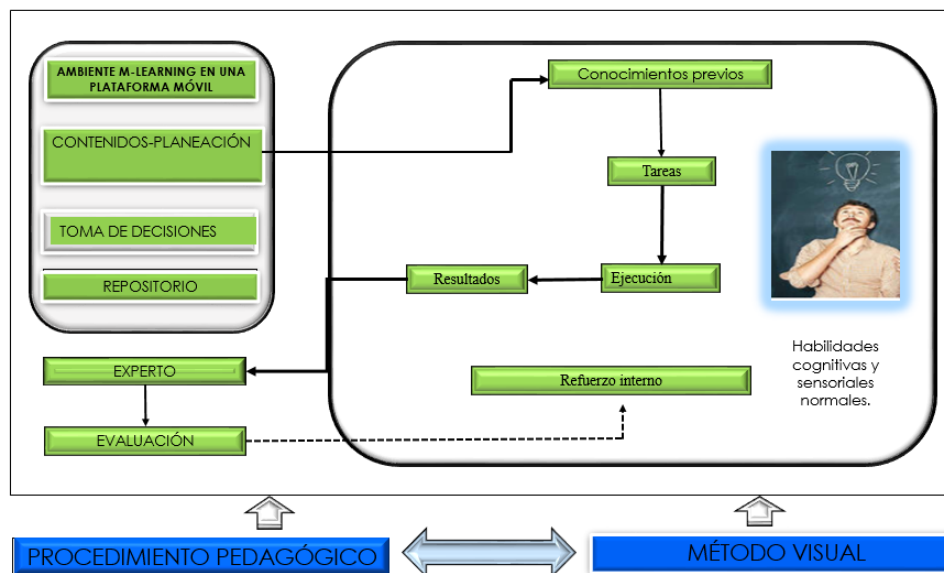
La integración de la RA en entornos educativos basados en la teoría constructivista ha sido objeto de estudio debido a los posibles beneficios que puede aportar al proceso de aprendizaje. La RA se caracteriza por brindar una experiencia inmersiva y enriquecedora que permite a los estudiantes construir su conocimiento a través de la interacción con objetos virtuales y contextos del mundo real. En este sentido, se ha observado que la RA puede facilitar la comprensión de conceptos abstractos al proporcionar representaciones visuales más concretas y manipulables. Al permitir que los estudiantes exploren diferentes escenarios y situaciones de aprendizaje, la RA fomenta la participación activa y la motivación de los estudiantes, especialmente cuando se involucran en actividades prácticas auténticas que requieren la aplicación de sus conocimientos y habilidades para resolver desafíos y completar tareas específicas. Estos hallazgos respaldan la relevancia y el potencial de la RA como una herramienta educativa efectiva en entornos constructivistas. Considerando los fundamentos del aprendizaje basado en experiencias inmersivas, que permiten la interacción significativa de los usuarios con objetos y entornos virtuales, la construcción de significados a través de la construcción activa de significados por parte del individuo, y la colaboración y el aprendizaje social, que destacan la importancia de la interacción social y colaboración en el proceso de aprendizaje, se ha desarrollado un Modelo Pedagógico Informal de Competencias Laborales (Figura 1), basado en el enfoque constructivista.

Figura 1. Modelo Pedagógico Informal



Este modelo pretende brindar un enfoque coherente para lograr un aprendizaje cognitivo satisfactorio, especialmente para la población analfabeta que requiere capacitación en oficios especializados para mejorar su calidad de vida y asegurar un ingreso sostenible. El modelo se basa en un enfoque pedagógico informal que se apoya en el proceso Maestro-Aprendiz y se implementa en un entorno de aprendizaje móvil (m-Learning). Este se compone de dos pilares fundamentales: el modelo pedagógico y el método visual, ambos integrados en un entorno de aprendizaje móvil. En este entorno, los alumnos tienen acceso a un repositorio de oficios y deben seleccionar aquel en el que deseen especializarse. A partir de ahí, se les anima a empoderarse de los contenidos relacionados, planificar tareas y ejecutarlas de forma autónoma. Estas tareas luego son evaluadas por expertos y se brinda retroalimentación a los estudiantes para su mejora continua (Figura 2).

Figura 2. Procedimiento didáctico cognitivo Maestro-aprendiz.



Es relevante resaltar que este modelo pedagógico y su acercamiento a la RA en plataformas de e-learning se basan en investigaciones previas en el campo de la pedagogía y la tecnología educativa. En este sentido, se ha considerado la teoría de la cognición distribuida, que cobra especial relevancia, sobre todo en el contexto de la distribución cognitiva entre individuos y objetos. De acuerdo con esta teoría, el conocimiento y la cognición no se limitan únicamente a la mente individual, sino que se distribuyen entre objetos, individuos, artefactos y herramientas, y existen interacciones y relaciones entre ellos. Según Herreros (2009), la cognición distribuida adquiere relevancia en el aprendizaje por diversas razones. En primer lugar, la cognición social, como señalan Ruiz, García y Fuentes (2006), juega un papel crucial en la percepción de nuestras propias emociones y en la comprensión de las perspectivas de los demás en situaciones concretas. Este aspecto es especialmente relevante en el modelo Maestro-Aprendiz, donde el maestro guía al aprendiz y éste adquiere conocimientos a través de la acción y la simulación de situaciones prácticas de aprendizaje. Lerner (1996) argumenta que este enfoque, basado en ejemplos prácticos, es la forma más efectiva de adquirir habilidades

profesionales. Asimismo, Mercer (1997) afirma que los conocimientos necesarios para el aprendizaje de un oficio se distribuyen inicialmente desde el docente, y la relación entre el alumno y el docente se complementa con la práctica repetitiva hasta alcanzar un nivel de pericia.

En segundo lugar, la cognición externa complementa la cognición social. Rogers y Ellis (1996) indican que su objetivo es explicar el trabajo cognitivo que se realiza mediante el uso de artefactos tecnológicos. Las interacciones entre individuos y artefactos pueden ser beneficiosas para compartir conocimientos dentro de un grupo, además de proporcionar herramientas y recursos compartidos.

El investigador también consideró la aplicación de la cibernética de tercer orden a la RA en el modelo pedagógico desarrollado. Esta integración permite que el sistema retroalimente al subsistema de evaluación, donde los estudiantes tienen la oportunidad de realizar acciones repetidas hasta que el sistema los suspende después de llegar a un límite de 20 intentos. La cibernética de tercer orden representa un nivel de análisis que va más allá de los sistemas cibernéticos tradicionales, ya que considera las interacciones y relaciones entre múltiples sistemas y subsistemas. Este enfoque implica una profunda reflexión sobre los procesos de retroalimentación y auto organización, así como la consideración de las influencias contextuales y las implicaciones éticas y sociales de los sistemas cibernéticos. En el contexto de la RA, que combina elementos virtuales con el entorno real, se enriquece la experiencia del usuario brindándole información adicional y permitiéndole interactuar con objetos virtuales, a veces con el manejo de marcadores y otras veces sin ellos. En este sentido, la RA en el método visual propuesto establece una retroalimentación constante entre los usuarios, los dispositivos de visualización y el entorno, lo que genera una experiencia más inmersiva y significativa. Es importante resaltar cómo la combinación de cibernética de tercer orden y RA potencia el modelo pedagógico propuesto, permitiendo un flujo continuo de retroalimentación entre el estudiante y el sistema de evaluación con el uso del subsistema Experto Digital, que dentro del modelo pedagógico informal propuesto se encarga de realizar la retroalimentación entre el sistema y el alumno a través de un contador que permite limitar los intentos fallidos en cada lección de aprendizaje. Esta retroalimentación constante es fundamental para fomentar el aprendizaje activo y la mejora continua del desempeño de los estudiantes.

## **4.10.2 Aspecto tecnológico**

### **4.10.2.1 Procedimiento tecnológico que soporta el entorno m-Learning**

Con el objetivo específico 2 en mente, se ha desarrollado un entorno de aprendizaje móvil (m-Learning) basado en la Teoría General de Sistemas (TGS) propuesta por Bertalanffy (1940). Según esta teoría, un sistema abierto y estable está sujeto a cambios y recibe información constantemente. Está compuesto por varios módulos o subsistemas que interactúan entre sí para lograr un objetivo común. Cada subsistema a su

vez interactúa con elementos inherentes asociados a actividades que deben realizarse de manera independiente para completar el ciclo de vida del sistema. El modelo o sistema interactúa sistemáticamente con cada uno de sus subsistemas, ejecutándolos de manera efectiva y asegurando que cumplan con las funciones y relaciones asignadas. Para lograrlo, el sistema debe operar de manera óptima, asegurando que todos los subsistemas y elementos funcionen de manera integral. Para ser coherente con esta teoría, se han identificado los siguientes subsistemas dentro del modelo pedagógico propuesto en esta investigación: 1) Módulo de evaluación, 2) Módulo de contenidos, 3) Módulo didáctico, 4) Módulo de perfil de población analfabeta y 5) Módulo Experto digital.

Los subsistemas identificados, de un total de cinco, interactúan de manera interdependiente entre sí para lograr un objetivo común, que en este caso particular es el aprendizaje cognitivo, resultando un andamiaje para adquirir los conocimientos necesarios para aprender un oficio. Por lo tanto, los subsistemas se relacionan de la siguiente manera: el Modelo Pedagógico es el marco central, que interactúa con el Subsistema de Contenido, es decir, "qué", representado por los contenidos que abordará el educando durante el curso diseñado por el investigador. En este subsistema se tienen en cuenta las habilidades y destrezas del aprendiz. A su vez, este subsistema se relaciona con el subsistema de Didáctica a través de las diferentes actividades y tareas que debe realizar el estudiante, es decir, "cómo". En este sentido, se considera el aprendizaje basado en proyectos y la toma de decisiones. Además, este subsistema se relaciona con el siguiente denominado Perfil de la población analfabeta, a través de las habilidades que debe tener el aprendiz para abordar los contenidos del oficio, incluyendo las habilidades cognitivas e intelectuales que le permitan asumir los conocimientos. A su vez, este subsistema está relacionado con el subsistema Experto Digital, que está formado por entornos de aprendizaje y dispositivos móviles. Es la forma en que el aprendiz adquiere conocimientos en oficios especializados, incluyendo las actitudes y disposiciones necesarias. Finalmente, se relaciona con el subsistema de Evaluación, el cual se realiza a través de sistemas de evaluación por competencias y se retroalimenta. Todo lo anterior se apoya en una técnica visual para la formación de la población analfabeta, que no tiene habilidades de escritura y tiene conocimientos limitados del oficio.

En una plataforma de e-learning, la RA se puede considerar como un sistema formado por múltiples componentes interconectados, incluidos los dispositivos de visualización, las aplicaciones de software, el contenido educativo, las interacciones del usuario y el entorno de aprendizaje en e-learning desarrollado, existe una interfaz que se comunica con el alumno que manipula intuitivamente los marcadores.

#### **4.10.2.2 Desarrollo de aplicaciones**



El desarrollo de la aplicación de RA se realizó en un entorno tecnológico específico para garantizar su óptima funcionalidad. Como plataforma principal se utilizó una computadora HP 1000, que ofrece la potencia y los recursos necesarios para ejecutar el motor de programación Unity y Vuforia, reconocidos por su capacidad para crear experiencias visuales e interactivas inmersivas. Asimismo, se utilizó el lenguaje de programación C-Sharp, el cual es muy utilizado en el desarrollo de aplicaciones de RA por su versatilidad y compatibilidad con la plataforma Unity. Para la creación de la base de datos de imágenes 3D se utilizaron entornos de programación Unity, principalmente, con algunas importaciones de imágenes desde Vuforia. Se desarrollaron un total de 12 imágenes 3D que representan herramientas de carpintería, así como 5 imágenes 3D de diferentes tipos de madera y 5 imágenes 3D de árboles representativos de la región. Además, se crearon 12 videos-gif cortos que mostraban las características de las herramientas y el mantenimiento de algunas de ellas que requieren este tipo de cuidados, como el cepillo de carpintería y la sierra. También se produjeron cinco videos (5), un video de aproximadamente quince minutos que explicaba los diferentes procesos técnicos, como las medidas de la madera, el corte de la madera, el uso de herramientas, el taladrado, la unión de piezas y el pulido final. Finalmente, se grabó un video de aproximadamente una hora donde se observa a los tres aprendices armando una silla de madera.

Después de crear y almacenar el contenido en la computadora, se realizaron pruebas de visualización utilizando marcadores. Para este proceso se utilizó un software gratuito llamado Scope Aumentaty, que permitió migrar todas las imágenes 3D desarrolladas en Unity y visualizarlas en un Smartphone Xiaomi a través de una aplicación. Esta aplicación permitió observar las imágenes luego de haber desarrollado los marcadores correspondientes para cada una de ellas.

Estas pruebas tenían como objetivo verificar que las imágenes estuvieran bien elaboradas en cuanto a mostrar las características de cada herramienta y material, así como su rotación de acuerdo con la manipulación del marcador.

Una vez finalizado el desarrollo de los contenidos del curso de carpintería, se procedió a desarrollar los algoritmos necesarios para migrarlos a las gafas de RA Vuzix Blade. Se tuvo en cuenta que el sistema operativo de estas gafas es Android, compatible con el sistema operativo de la computadora y el Smartphone Xiaomi. Sin embargo, al migrar a gafas, los comandos de Unity no funcionaban, por lo que fue necesario crear nuevos algoritmos usando comandos específicos de gafas, especialmente en el módulo de navegación.

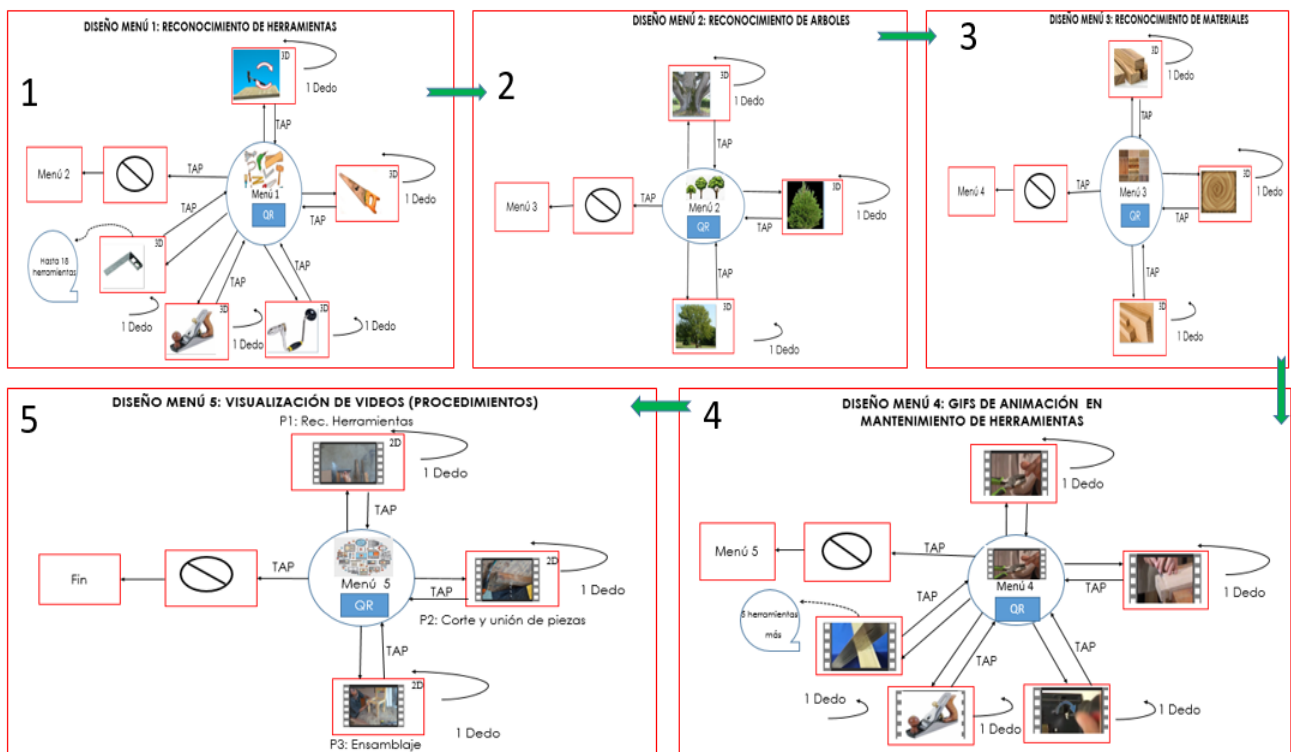
El siguiente paso consistió en desarrollar los menús correspondientes a tres oficios diferentes utilizando códigos QR para la identificación del menú seleccionado por parte del aprendiz o usuario. Luego, se utilizaron los mismos procedimientos para definir los menús de selección de herramientas, materiales, árboles y videos. Finalmente, luego de migrar a las gafas de RA, se realizaron pruebas para verificar la visualización de las imágenes en los diferentes menús, con su respectiva navegación mediante toques (TAP) en la parte externa derecha del brazo de las gafas de RA.

En cuanto al dispositivo de RA utilizado, se eligieron las gafas Vuzix Blade, conocidas por su calidad y servicios avanzados en el campo de la RA. Estas gafas brindan una experiencia visual inmersiva al superponer elementos virtuales sobre el mundo real, lo que es especialmente relevante para los estudiantes indígenas, ya que les permite ver el contenido del curso de carpintería en un entorno significativo y contextualmente relevante.

La aplicación se diseñó con una estructura basada en menús, que se activa mediante la lectura de códigos QR con la cámara integrada en las gafas Vuzix Blade. Esta funcionalidad permite una navegación intuitiva y eficiente, ya que los alumnos pueden explorar rápidamente los diferentes menús de contenido y acceder a la información y actividades que desean realizar. Además, la interacción con la aplicación se realizó mediante delicados toques en la parte exterior del extremo derecho de las gafas, lo que brinda un control táctil preciso y cómodo para los aprendices.

En resumen, el desarrollo de la aplicación de RA para la plataforma de e-learning implicó el uso de una computadora HP 1000, el motor de programación Unity y el lenguaje de programación C-Sharp. Las gafas Vuzix Blade fueron seleccionadas como el dispositivo de RA, brindando una experiencia inmersiva y permitiendo la visualización de los contenidos del curso de carpintería en un entorno relevante. La aplicación fue diseñada con una estructura basada en menús y utiliza tecnología de código QR e interacción táctil para facilitar la navegación y el acceso a los recursos disponibles (figura 3).

Figura 3. Navegación.



### 4.10.2.3. Desarrollo del método visual

Para abordar el objetivo específico 1, se ha desarrollado un método visual de RA que involucra varias etapas y subetapas. Primero, se crearon imágenes en 3D para representar el contenido relevante. Luego, se implementó un sistema de base de datos de imágenes 3D sin marcadores, lo que permitió la detección precisa y la superposición de objetos virtuales en tiempo real. Se diseñó un algoritmo específico para el procesamiento de imágenes superpuestas en 3D, asegurando una visualización coherente y efectiva.

Además, se utilizaron códigos QR para facilitar la interacción del usuario. Estos códigos se utilizan en el entorno RA para detectar el cálculo de intentos fallidos mediante la superposición de imágenes. Se creó una base de datos de contenido visual exclusivamente en formato 3D, sin la inclusión de voz, texto o lenguaje oral o escrito. La interfaz de usuario se desarrolló utilizando solo imágenes en 3D, lo que brinda una experiencia visual inmersiva.

A partir de la etapa de selección de oficios, se generaron varias subetapas para guiar el proceso de aprendizaje. Esto incluye la inicialización del plan de contenidos, la selección del inventario de herramientas del oficio con visualización exclusiva de objetos en 3D, la visualización de imágenes de mantenimiento de herramientas y la reproducción de videos cortos (15 minutos) a través de las gafas de RA.

La retroalimentación en tiempo real se basa en el desempeño del alumno durante el ejercicio de entrenamiento. El desempeño del aprendiz se evaluó a través de un registro de intentos, que registra los pasos o procedimientos de montaje o actividades del oficio. Esta evaluación se realiza con las gafas Vuzix Blade RA, un dispositivo portátil liviano con un amplio campo de visión de 40°-45°. Estas gafas cuentan con una batería autónoma y un procesador capaz de procesar imágenes superpuestas en tiempo real.

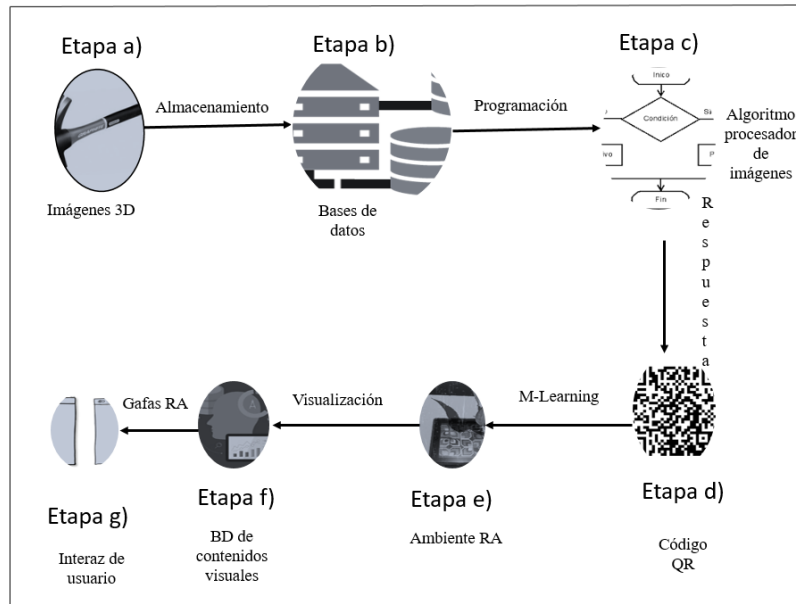
Una característica destacada de las gafas Vuzix Blade es su capacidad para aumentar el tamaño de las imágenes de 80" a 100", lo que ofrece una ventaja significativa al permitir una visualización detallada y precisa de objetos 3D. A diferencia de los teléfonos inteligentes y las tabletas, las gafas RA brindan una experiencia más inmersiva y facilitan la caracterización y manipulación de objetos virtuales.

En conclusión, se ha desarrollado un método visual de RA basado en varias etapas y subetapas. Este método utiliza imágenes 3D, una base de datos de imágenes sin marcadores, códigos QR, un entorno RA, una base de datos de contenido visual sin lenguaje hablado o escrito y una interfaz exclusivamente 3D. Las gafas Vuzix Blade RA se utilizan para la detección y superposición de imágenes, así como para proporcionar comentarios en tiempo real y evaluar el rendimiento del alumno. Estas gafas ofrecen una experiencia inmersiva y permiten ver objetos 3D con mayor tamaño y detalle.

### 4.11. Descripción detallada del método visual

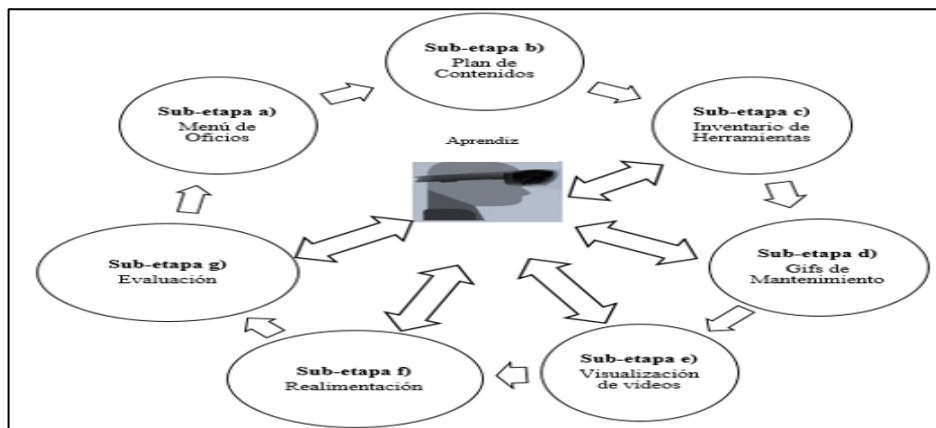
Con referencia a la Figura 4, se muestran los pasos del método, que se describen como etapa (a) Imágenes 3D, etapa (b) Almacenamiento, etapa(c) Algoritmos procesamiento de imágenes, etapa(d) Realización del código QR, etapa (e) Creación del ambiente de RA, etapa (f) Bases de datos de contenidos virtuales y etapa (g) Interfaz el usuario.

Figura 4. Etapas del método



Con referencia a la figura 5, Ciclo de vida del método, específicamente en el sub\_paso g, la invención del método visual se refiere a un dispositivo y métodos para entrenar habilidades laborales. Y en particular a los dispositivos y métodos que utilizan técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales para entrenar a un usuario en un oficio.

Figura 5. Ciclo de vida del método



En la presente investigación se tuvo en cuenta un modelo de entrenamiento para detectar herramientas de carpintería utilizando técnicas de aprendizaje automático y redes neuronales, y se siguió el siguiente procedimiento:

Recopilación de datos y etiquetado: era necesario recopilar un conjunto de imágenes de doce (12) herramientas para trabajar la madera. Estas imágenes fueron etiquetadas manualmente, es decir, se indicó qué herramienta está presente en cada imagen.

Preprocesamiento de datos: una vez que se tuvo las imágenes etiquetadas, se realizó un proceso de preprocesamiento para garantizar que todas las imágenes tuvieran el mismo tamaño y formato. Además, se requirieron transformaciones adicionales, como ajustes de brillo, contraste o eliminación de ruido, para mejorar la calidad de los datos.

División de datos: el conjunto de datos etiquetados se dividió en dos conjuntos: uno para entrenamiento y otro para evaluación o prueba. La división típica fue 80% para capacitación y 20% para evaluación.

Extracción de características: A continuación, se extrajeron las características relevantes de las imágenes. Esto pudo lograrse utilizando técnicas de extracción de características como Gradientes orientados a histogramas (HOG) y Patrones binarios locales (LBP).

Diseño del modelo: Se eligió y diseñó un modelo de red neuronal adecuado para la tarea de detección de herramientas de carpintería. Una opción común fue utilizar redes neuronales convolucionales (CNN) debido a su capacidad para aprender patrones en imágenes.

Entrenamiento del modelo: el modelo se entrenó utilizando el conjunto de datos de entrenamiento. Durante el entrenamiento, se ajustaron los pesos y parámetros del modelo para minimizar las pérdidas y mejorar la precisión de las predicciones.

Validación y ajuste del modelo: una vez finalizado el entrenamiento, se evaluó el rendimiento del modelo utilizando el conjunto de datos de evaluación. Fue necesario ajustar los hiperparámetros del modelo para mejorar su desempeño.

Evaluación del modelo: una vez que se satisfizo el rendimiento del modelo, se pudo evaluar con nuevos datos para probar su capacidad de generalización y detección precisa de herramientas para trabajar la madera.

Implementación en un entorno de curso: finalmente, el modelo entrenado podría implementarse en un entorno de curso de carpintería, donde podría usarse para detectar y reconocer herramientas en tiempo real.

Para el entrenamiento de la red neuronal convolucional se utilizó una biblioteca en la plataforma Python llamada TensorFlow, de código abierto para el aprendizaje automático, y se siguieron los siguientes pasos:

**Preparación de datos:** Se prepararon datos de entrenamiento y validación. Se incluyó la carga de imágenes etiquetadas y se realizó el preprocesamiento necesario para cambiar el tamaño de las imágenes, normalizar los valores de píxeles y aplicar técnicas de aumento de datos.

**Definición del modelo:** A continuación, se definió la arquitectura del modelo de red neuronal convolucional en TensorFlow. Esto implicó definir la estructura de capas convolucionales, capas de agrupación y capas totalmente conectadas, así como las funciones de activación correspondientes. Se utilizó la API de alto nivel de TensorFlow (tf. keras) para construir y configurar fácilmente el modelo.

**Compilación del modelo:** después de que se definió el modelo, se compiló especificando la función de pérdida, el optimizador y las métricas que se usaron durante el entrenamiento. La función de bloqueo midió qué tan bien se desempeñó el modelo durante el entrenamiento, el optimizador ajustó los pesos del modelo para minimizar el bloqueo y las métricas proporcionaron evaluaciones adicionales del rendimiento del modelo.

Se utilizó el método para alimentar los datos de entrenamiento y validar el modelo en cada época de entrenamiento (iteración). Durante el entrenamiento, los pesos de la red neuronal se ajustaron gradualmente en función de la función de pérdida y el optimizador seleccionados.

**Evaluación del modelo:** una vez completada la capacitación, el rendimiento del modelo en datos no vistos se evalúa mediante el conjunto de validación o prueba. El método **de evaluación** se utilizó para calcular métricas como precisión, pérdida, puntaje F1, etc.

**Ajuste y optimización del modelo:** Se ajustaron y optimizaron diferentes aspectos, como la arquitectura de red, hiperparámetros, técnicas de regularización y aumento de datos, para mejorar los resultados.

**Despliegue y uso del modelo:** El modelo se utilizó para la detección de herramientas de carpintería en nuevas imágenes o en tiempo real.

El modelo anterior se ajusta a un modelo de aprendizaje supervisado, que tiene datos de entrada (imágenes en este caso) junto con las etiquetas correspondientes que indican la clase a la que pertenece. El objetivo es entrenar un modelo utilizando estos datos etiquetados para que pueda aprender a hacer predicciones precisas en nuevas imágenes.

En este procedimiento, los datos etiquetados que contienen las herramientas de carpintería se recopilan y utilizan para entrenar el modelo. Durante el entrenamiento, el modelo aprende a reconocer los patrones y características que distinguen las imágenes que contienen herramientas de carpintería de aquellas que no las

contienen. Esto se logra ajustando los pesos del modelo en función de los comentarios proporcionados por las etiquetas de los datos de entrenamiento.

Después del entrenamiento, el modelo supervisado se evaluó mediante un conjunto de datos de prueba o validación, donde se conocían las etiquetas reales de las imágenes. Esto nos permitió calcular métricas de rendimiento y evaluar el rendimiento del modelo en la detección de herramientas para trabajar la madera.

El funcionamiento del método visual se detalla a continuación:

El método propuesto involucra la implementación de una interfaz de usuario que presenta opciones para que el usuario seleccione. A continuación, se reciben los datos relacionados con la selección realizada. Posteriormente, se realiza una evaluación de la tarea seleccionada mediante un proceso de calificación basado en un video que muestra la selección de herramientas y objetos. Se obtiene un dato instructivo basado en la evaluación de la tarea seleccionada. Asimismo, se obtienen datos de evaluación de la ejecución de la tarea mediante un proceso de análisis de movimiento a partir de un video que registra la ejecución de la tarea. Para evaluar el producto generado se utiliza un proceso de análisis de imágenes estáticas a partir de los fotogramas del paquete de datos de vídeo correspondientes a la ejecución de la tarea.

Finalmente, se reproduce un mensaje de instrucción o retroalimentación en el dispositivo de reproducción, considerando tanto los datos de evaluación de la ejecución de la tarea como los datos de evaluación del producto.

En este enfoque, se utiliza un dispositivo de RA para brindar capacitación en un oficio, en el que el usuario interactúa con un objeto y una herramienta. El sistema consta de una unidad de cómputo, un dispositivo de reproducción conectado a dicha unidad y un dispositivo de adquisición de imágenes también conectado a la unidad de cómputo. La unidad informática está configurada para ejecutar los métodos descritos anteriormente.

Además, se utilizan un medio de almacenamiento legible por computadora y un programa de computadora para permitir que el dispositivo de RA lleve a cabo cualquiera de los métodos mencionados anteriormente.

### **4.11.1 Componentes del método**

En el proyecto se desarrollaron cinco partes principales:

**Parte 1:** Se diseñó un algoritmo para el procesamiento de imágenes superpuestas en 3D, utilizando un conjunto de programas implementados en el lenguaje Python. Este algoritmo utiliza redes neuronales convolucionales para realizar tareas de clasificación, detección y etiquetado de imágenes.

**Parte 2:** Se cubrió el posicionamiento de una cámara HD y se realizaron cálculos tanto verticales como horizontales para ubicar el objeto en el espacio y permitir su clasificación precisa.

**Parte 3:** Se creó un entorno de RA para la detección y cálculo de intentos fallidos. En esta etapa se realizaron cálculos de valores procesados que permitieron asignar una ponderación a los puntos obtenidos por el usuario durante la fase de evaluación mediante imágenes superpuestas.

**Parte 4:** Se estableció una base de datos exclusiva para contenido visual, sin voz ni texto, es decir, sin ningún componente de lenguaje oral o escrito. Esta base de datos fue creada para almacenar los atributos de imágenes 3D generadas previamente.

**Parte 5:** Desarrolló la interfaz de usuario que se basa únicamente en imágenes 3D. Esta interfaz permite al usuario visualizar las imágenes navegando en un dispositivo de RA. El proceso involucra la generación de imágenes 3D durante la etapa de diseño y modelado, las cuales son almacenadas en una base de datos preprocesada en la memoria de la computadora. Estas imágenes están listas para ser utilizadas en la etapa de clasificación de imágenes mediante algoritmos de reconocimiento. Finalmente, se muestran en la interfaz de usuario a través de una aplicación que utiliza códigos QR.

En resumen, el proyecto implica el desarrollo de un algoritmo de procesamiento de imágenes 3D, el posicionamiento de una cámara, la creación de un entorno de RA, la gestión de una base de datos de contenido visual y la implementación de una interfaz de usuario basado en imágenes 3D.

### 4.11.2 Elementos del dispositivo móvil

Los elementos utilizados en el proyecto se detallan a continuación:

**Cámara:** Se utilizó una cámara HD de 8MP integrada en el Vuzix Blade. Esta cámara permite al usuario ver el objeto en 3D en un rango de 80" a 100", según el ángulo de visión (FOV). Gracias a su resolución de alta definición (HD 1080p), el usuario puede apreciar todas las características del objeto con gran detalle. La cámara fue programada mediante un script en el lenguaje de programación C#, que permite la lectura de códigos QR y la ejecución de acciones en base a la información enviada por el código.

**Pantalla DLP a todo color:** esta pantalla permite la interacción del usuario con la aplicación y puede generar imágenes de 720p a 1080p. Es necesario configurarlo desde UNITY, el entorno de desarrollo utilizado.



**Campo de visión (FOV):** se refiere al ángulo de visión proporcionado por las gafas, que oscila entre 40° y 45°. Este campo de visión permite la proyección de la imagen en la pantalla de las gafas.

**Imagen superpuesta:** Es la imagen que se incorpora en tiempo real y es interpretada por el procesador de imagen. Permite al usuario manipular la herramienta a través de señales visuales, como flechas, que indican la dirección y la precisión adecuadas para su uso. Estas indicaciones se muestran en la pantalla de las gafas.

**Memoria de 64MB:** La memoria almacena tanto la aplicación como las imágenes 3D programadas en Unity. Sin embargo, tiene ciertas limitaciones en cuanto a la cantidad de aplicaciones que se pueden almacenar simultáneamente.

**Procesador ARM de cuatro núcleos:** Este procesador se encarga de procesar todo el código generado en Unity y exportado al sistema operativo Android 5.1, que es el sistema operativo que se utiliza en las gafas de RA.

**Touchpad:** Es el mecanismo de navegación interno de las gafas, llamado TAP. Se creó un script para el sistema operativo Android de las gafas para interpretar el comando “adelante”, que permite al usuario seleccionar las aplicaciones internas almacenadas, así como acceder a los diferentes menús y objetos 3D.

**Interfaz:** La interfaz utiliza un código QR que permite al alumno navegar libremente por el contenido y los temas disponibles.

**Recuento de errores:** el procesador de imágenes calcula el número de intentos fallidos a medida que el alumno avanza en su proceso de aprendizaje. Esto ayuda al alumno a identificar y corregir errores en tiempo real.

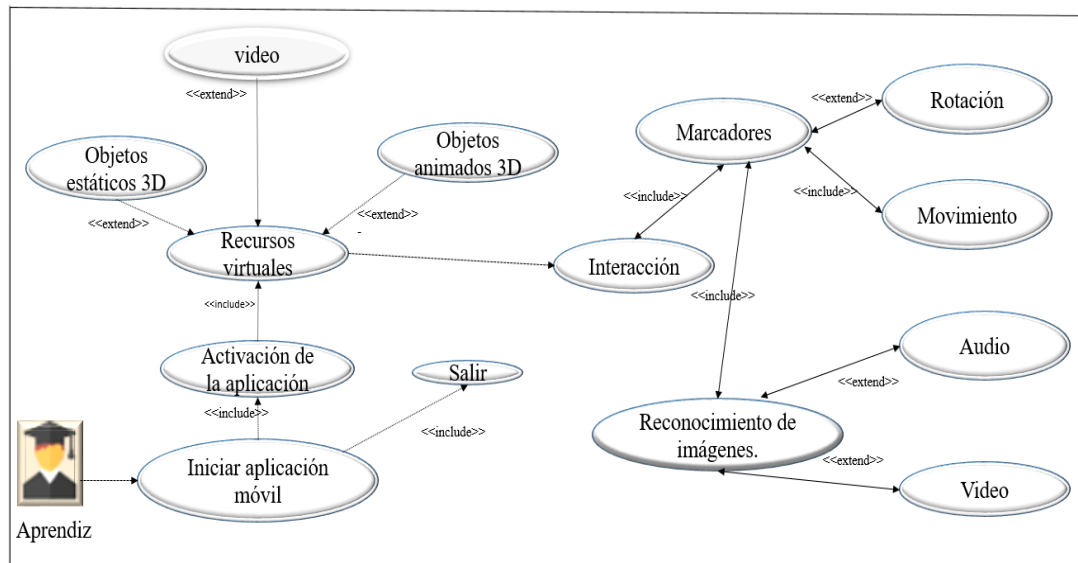
**Flechas de guía:** la forma en que el procesador de imágenes ayuda al alumno a colocar con precisión la herramienta en el material, lo que indica la presión necesaria para usar la herramienta de manera eficiente.

En resumen, el proyecto utiliza una cámara HD integrada, una pantalla DLP a todo color, un campo de visión determinado, imágenes superpuestas en tiempo real, memoria limitada, un procesador de cuatro núcleos, un panel táctil de navegación, una interfaz de usuario basado en códigos QR, conteo de errores y flechas guía para facilitar el proceso de aprendizaje del usuario.

### 4.11.3 Procesador de imágenes

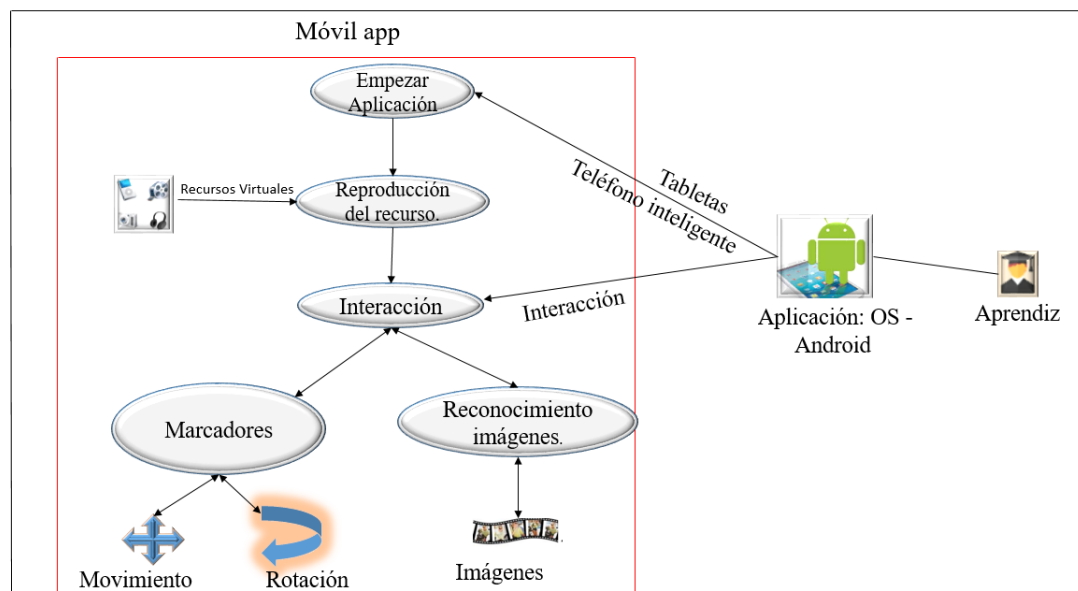
Con referencia a la figura 6, se presentan casos de uso en los que el alumno inicia la aplicación, que activa recursos virtuales que contienen imágenes y videos en 3D. La interacción con la aplicación se realiza a través del reconocimiento de imágenes, lo que permite la visualización y rotación de objetos.

Figura 6. Caso de Uso



En relación con la figura 7, se muestra una interfaz visual gráfica interactiva accesible a través de gafas de RA (RA) y la aplicación Android. Al iniciar la aplicación se puede consultar un repertorio de imágenes y realizar la interacción reconociendo imágenes y movimientos de rotación.

Figura 7. Interfaz gráfica interactiva



En las figuras 8a y 8b se representa el funcionamiento del procesador de imágenes, el cual es un software encargado de realizar el reconocimiento de imágenes utilizando una base de datos. Ver Anexo 3.

Figura 8ª. Navegación en Gafas RA      Figura 8b. Procesador de imágenes



Cuando el aprendiz accede a la aplicación, en la sub\_etapa de videos o gifs, toca con el dedo derecho la parte central del portagafas RA (TAP), lo que activa el reconocimiento de imágenes en tiempo real. El procesador interpreta la imagen superpuesta captada por la cámara de las gafas inteligentes (Vuzix Blade), situada en la parte superior derecha de la lente. El software reconoce la herramienta y muestra las flechas de guía en la pantalla del dispositivo de RA, dentro de un campo de visión de 40°45°. El software calcula los ángulos de inclinación y proyecta las flechas guía a la izquierda y derecha del objeto en función de la posición variable de la herramienta. Luego consulta la base de datos para obtener información sobre la presión o la fuerza requerida para operar la herramienta y muestra una flecha guía en la parte superior del objeto, que indica el movimiento hacia arriba y hacia abajo para representar la presión adecuada. Una vez que el alumno ubica la herramienta en la posición correcta y aplica la presión indicada, las flechas guía dejan de moverse.

Con referencia a la figura 9, el software calcula el número de intentos fallidos en función de posiciones imprecisas y presión incorrecta.

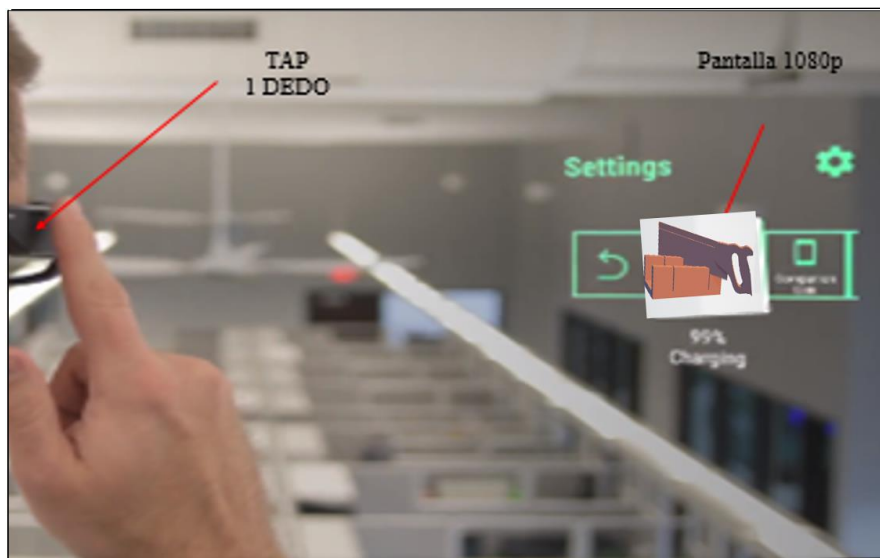
Figura 9. Contador de intentos fallidos



El procesador de imágenes muestra la cantidad de errores o intentos fallidos en la parte superior de la pantalla del dispositivo RA, hasta que el alumno logra manipular las herramientas correctamente y aplicar la presión requerida. Esto representa una evaluación en tiempo real del desempeño del alumno.

Finalmente, la figura 10 muestra el diseño de navegación del usuario en el ambiente de aprendizaje, el cual se maneja a través de menús. Este diseño permite al usuario saltar de un menú a otro mediante un algoritmo que reconoce códigos QR. El usuario coloca la imagen del código QR frente a la cámara del dispositivo para que pueda interpretar la información interna del código y acceder al menú requerido. Ver Anexo 4: TDR.

Figura 10. Navegación del usuario en gafas RA



#### 4.11.4 Implementación del Método Visual en la comunidad indígena.

##### Caso de estudio

Para dar respuesta al objetivo 3 se desarrollaron dos investigaciones, la primera tuvo como objetivo definir un Sistema de Evaluación para lo cual se desarrolló un ambiente de aprendizaje m-Learning para competencias laborales básicas en un curso de carpintería con el uso de RA. Utilizando marcadores en dispositivos como Smartphone y tablets, se realizó en tres etapas: reconocimiento, formación y evaluación de competencias laborales. Durante la etapa de reconocimiento se estableció contacto con un líder comunitario Wayúu que conocía la ranchería “Mano de Dios”. El rol de la líder consistió en dar a conocer la propuesta de capacitación a la jefa de la ranchería y así concertar una reunión entre ella y la investigadora. Después de presentar la propuesta la patrona, autorizó el ingreso del equipo de investigación. El proceso de capacitación se llevó a cabo en la escuela de la ranchería que cuenta con pizarra y pupitres, pero no tiene acceso a la

electricidad ni a Internet. Para efectos de analizar la efectividad del método visual para la formación en competencias laborales, se analizó el caso de tres indígenas que fueron identificados como Andrés, Carlos y Fabio.

Durante la etapa de formación se realizaron cinco encuentros presenciales entre los indígenas y los investigadores que se centraron en los conocimientos del curso desarrollado en RA. En las dos primeras sesiones reconocieron el inventario de herramientas de carpintería y sus usos. En la tercera sesión identificaron tipos de madera. En la cuarta sesión aprendieron a cortar y unir piezas de madera. Y en el quinto, con la ayuda de un maestro artesano, ensamblaron individualmente una silla.

Finalmente, en la etapa de evaluación de competencias laborales, los indígenas en la sexta sesión tuvieron la tarea de armar una silla de manera autónoma, para lo cual se registró a Andrés, Carlos y Fabio con el fin de identificar el impacto del método visual con el uso de gafas de realidad en el desarrollo de competencias laborales en carpintería. Luego, las grabaciones de video fueron analizadas por tres expertos, quienes, con la ayuda de un sistema de evaluación de competencias, observaron las habilidades de los aprendices en el conjunto. Ver Tabla 1: Sistema de evaluación de competencias, Fase I. Tabla 2: Sistema de evaluación de competencias, Fase II, Tabla 3: Sistema de evaluación de competencias, Fase III,

Tabla 1. Sistema de evaluación de competencias – Fase I

Competencias	Indicadores
<b>1. Describe y posee por escrito diseños, dibujos y pasos del proceso de construcción de una silla artesanal.</b>	1. Usa adecuadamente herramientas de trazo, como el lápiz y la escuadra, para señalar el corte de la madera en las piezas escogidas. 2. Realiza anticipadamente el mantenimiento de las herramientas de corte (serrucho), para lograr los cortes transversales y longitudinales de forma adecuada. 3. Clasifica con precisión las herramientas de sujeción como son: alicates y tenazas para ser usadas de forma indicada en el ensamble de las piezas de madera. 4. Alista cuidadosamente herramientas para trocear y rebajar como el formón y el cepillo de carpintería, con el adecuado mantenimiento y limpieza de las partes. 5. Identifica y usa correctamente herramientas para pulir o lijar con finura la madera (Escofina).
<b>2. Organiza un inventario completo de herramientas y materiales.</b>	6. Arma y ajusta adecuadamente la broca en las herramientas para abrir agujeros como el berbiquí. 7. Identifica y usa de acuerdo a la dureza de la madera las herramientas de golpes como el martillo en superficies duras y el mazo en superficies terminadas. 8. Escoge la herramienta adecuada para atornillar o desatornillar, según sea el caso, manipulando adecuadamente el destornillador o las llaves fijas. 9. Entiende y usa de forma puntual las herramientas de medición como el metro o regleta. 10. Usa de forma indicada la herramienta raspa, para dejar las superficies de las piezas de madera en forma lisa y suave.
<b>3. Posee un panel de herramientas e insumos para la elaboración y un depósito con diferentes tipos de madera</b>	11. Identifica y aplica la limpieza y lacado de piezas de madera con la brocha. 12. Describe y diferencia elementos como puntillas y tornillos para la unión de piezas y usa adecuadamente el pegamento de carpintería. 13. Clasifica y dispone el tipo de madera propicio para el corte. 14. Calcula correctamente la cantidad y el tipo de madera que va a emplear. 15. Mantiene en un perfecto estado con un mantenimiento periódico, herramientas como: serrucho, cepillo, formón y raspa.

Tabla 2. Sistema de evaluación de competencias – Fase II

Competencias	Indicadores
<b>1. Desarrolla un proceso constructivo de una silla artesanal ejecutando los pasos del diseño.</b>	1. Mide y marca con precisión las piezas para el corte y verifica que las mediciones estén bien tomadas sobre las marcas. 2. Corta con firmeza y precisión en forma transversal las piezas según medidas y marcas trazadas. 3. Ordena las partes en el orden de armado correcto y examina que las piezas estén en buen estado. 4. Cepilla correctamente la madera en forma adecuada hasta obtener superficies lisas. 5. Logra superficies en óptima presentación.
<b>2. Analiza y comprende los pasos de medición, corte y pulimento de las piezas de madera.</b>	6. Marca con exactitud la pieza de madera en el sitio indicado para abrir los agujeros, mide con precisión ancho, largo y profundidad. 7. Abre los agujeros haciendo uso adecuado de la broca y las marcas para cada pieza de madera con exactitud. 8. Hace medición precisa de la profundidad, largo y ancho de los agujeros de cada pieza de madera para un ajuste perfecto. 9. Corta exactamente en forma longitudinal cada pieza de madera, de acuerdo a la profundidad del agujero. 10. Verifica y pule de forma adecuada las pestañas de los extremos de la pieza de corte longitudinal.
<b>3. Aplica los pasos de apertura, profundidad y pulimento del agujero.</b>	11. Examina el ajuste exacto de las pestañas de cada pieza de madera con respecto a la profundidad del agujero. 12. Hace ajustes precisos a las pestañas y a la profundidad del agujero, hace un cepillado cuidadoso para obtener un terminado de calidad.
<b>4. Establece y elabora los ajustes de las uniones.</b>	13. Une en forma precisa las piezas de madera con pegamento. Calcula el tiempo necesario para el secado de este. 14. Utiliza y clava las puntillas con la medida precisa y en el lugar adecuado. Corta con firmeza y precisión las puntas sobrantes.

Tabla 3. Sistema de evaluación de competencias – Fase III

Competencias	Indicadores
<b>1. Desarrolla un proceso cuidadoso de Medición, corte, ajuste y pulido de piezas de madera.</b>	1. Construye y arma las 9 piezas de la silla siguiendo el procedimiento y evaluando con la lista de chequeo y calidad 2. Evalúa que las piezas ensambladas estén en correcta ubicación. 3. Emplea los instrumentos de medición, corte, sujeción y golpes con seguridad y firmeza. 4. Realiza cortes longitudinales y transversales en forma precisa. 5. Hace juntas, pegues con puntilla y otros elementos con exactitud.
<b>2. Verifica el ensamblaje y el proceso para la construcción adecuada y de calidad de una silla artesanal.</b>	6. Aplica con precisión el pegamento en las uniones. 7. Inspecciona que el lijado final sea de calidad. 8. Hace una valoración final para detectar astillados o protuberancias. 9. Verifica con pruebas de precisión el armado y terminados finales. 10. Autoevalúa con una guía de indicadores el producto final. 11. Emplea los materiales en forma razonable. 12. Realiza en forma adecuada el mantenimiento de las herramientas. 13. Organiza y guarda en forma correcta las herramientas.

También se muestran los gráficos: Gráfico 1 y Gráfico 2.

Gráfico 1. Evaluación de la validez cognitiva

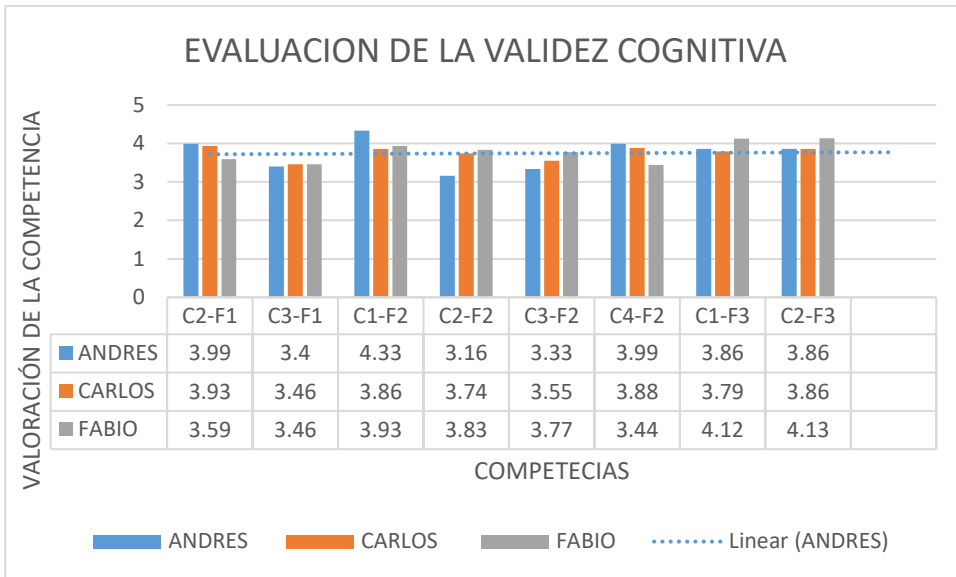
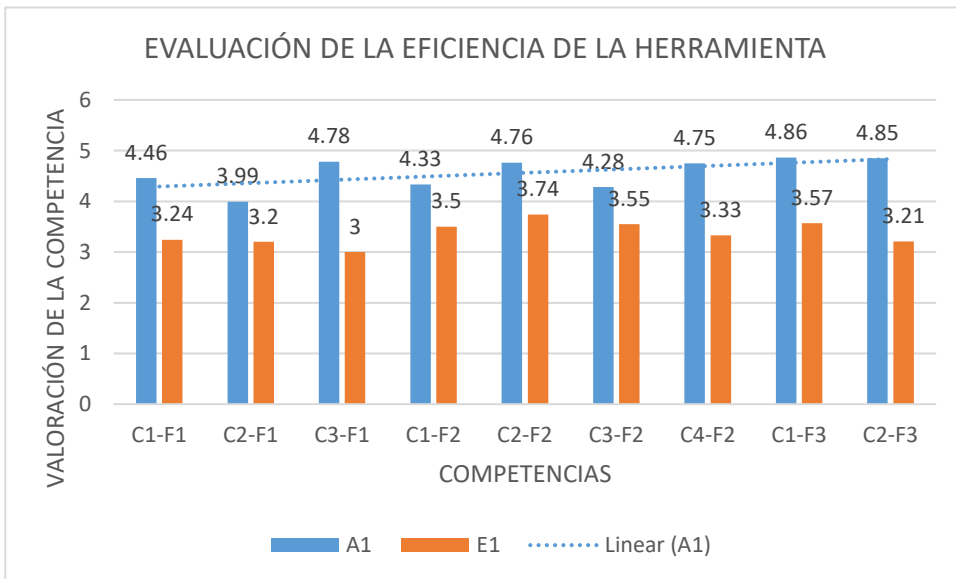


Gráfico 2. Evaluación de la eficiencia de la herramienta



En resumen, el entorno m-Learning basado en RA utilizado para el aprendizaje de conocimientos técnicos laborales y el desarrollo de habilidades en la comunidad indígena Wayúu ha demostrado ser efectivo. A través de la visualización de imágenes en 3D y el uso de marcadores impresos, los indígenas pudieron adquirir conocimientos y habilidades utilizando una interfaz gráfica interactiva en una plataforma móvil.

La implementación de un curso de “carpintería básica” con el apoyo de la RA permitió a los indígenas familiarizarse y manejar herramientas desconocidas en su comunidad. Esto les brindó la oportunidad de

desarrollar habilidades laborales en la construcción de una silla de madera, lo que podría mejorar sus fuentes de ingresos familiares.

La tecnología de RA también facilitó el reconocimiento de herramientas para trabajar la madera y la visualización de tipos de madera y árboles a través de marcadores impresos. Además, la portabilidad de los dispositivos utilizados, su peso, tamaño y autonomía de batería permitieron llevar los aprendizajes al asentamiento indígena, evitando desplazamientos innecesarios.

El sistema de evaluación implementado permitió evaluar habilidades específicas, como medir, cortar y ensamblar piezas de madera, así como el manejo de herramientas y materiales. Los indígenas lograron completar satisfactoriamente todas las etapas del protocolo de construcción de la silla de madera, lo que demuestra la efectividad del sistema de evaluación. Ver figura 11.

Figura 11. Escena de prueba final



En conclusión, la RA aplicada al aprendizaje de comunidades indígenas y otros grupos con limitaciones comunicativas es una herramienta viable y eficaz para el desarrollo de conocimientos y habilidades técnicas. La RA mejora la motivación, la creatividad y permite la participación activa en la construcción del conocimiento. Además, la integración de la tecnología RA resuelve problemas de exclusión y facilita la inclusión educativa en entornos donde las barreras del idioma, la cultura, el tiempo y el espacio son importantes.

En el futuro se podría trabajar en el desarrollo de metodologías que utilicen la RA en diversas asignaturas y planes de estudio, adaptándolas a las necesidades específicas de las personas y comunidades.

El enfoque "Aprender a Aprender" que integra la RA brinda características de aprendizaje integral en comunidades indígenas y excluidas. El aprendizaje efectivo se logra mediante la construcción de artefactos y la interactividad intuitiva. Se fomenta el desarrollo cognitivo divergente y el aprendizaje basado en la acción.



La metodología promueve el aprendizaje entre pares y la necesidad de desaprender para aprender. Además, se destaca la importancia de la didáctica en el proceso de aprendizaje, donde se integra la RA como una tecnología que responde a necesidades específicas de conocimiento técnico. En última instancia, este enfoque global del aprendizaje transforma las formas tradicionales de enseñanza y garantiza una transformación holística.

En el segundo estudio, el objetivo fue implementar un entorno de aprendizaje móvil (m-Learning) utilizando una aplicación basada en la técnica visual de RA para apoyar el desarrollo de habilidades laborales en un aprendiz. La atención se centró en un curso básico de carpintería e involucró el diseño y desarrollo de recursos de aprendizaje que incluían imágenes, gifs y videos. Mediante el uso de gafas de RA, los aprendices pudieron controlar, combinar e interactuar con modelos 3D de las herramientas y materiales del oficio, facilitando así la adquisición intuitiva de conocimientos basados en la exploración visual. La herramienta RA se probó en la práctica con una comunidad indígena Wayuu en La Guajira, Colombia.

Este estudio contó con la participación de 12 varones indígenas pertenecientes a la comunidad indígena Wayuu. El experimento para evaluar el impacto del software se llevó a cabo en el corregimiento de Torcoromaná, ubicado en La Guajira, Colombia. La duración del estudio fue de tres meses y se dividió en tres etapas: (1) Etapa de Reconocimiento, cuyo objetivo fue establecer contacto con la comunidad indígena Wayuu a través de un líder indígena, quien facilitó la comunicación y coordinó las actividades en la estancia de Torcoromaná. Es importante mencionar que en este lugar no había acceso a electricidad ni internet. (2) Etapa de Capacitación, en la que se realizaron cinco encuentros presenciales entre los indígenas y los investigadores. Estos encuentros se centraron en el aprendizaje del curso desarrollado en RA (3) Etapa de Evaluación de Competencias Laborales, donde los indígenas, en la sexta sesión, tenían la tarea de ensamblar una silla. Durante esta actividad se registraron los procedimientos con el objetivo de identificar y evaluar las competencias laborales relacionadas con el oficio de carpintería. No hubo grupo de control en este estudio.

Para comenzar el experimento, el investigador preinstaló el software RA en las gafas de RA. El experimento contiene cinco secciones, Pre-test, Training group y Learning queries usando el formulario de actividad, Post-test, Cuestionario y Entrevista.

#### **4.11.5 Instrumentos de medida**

**Prueba previa y posterior:** El cuestionario constaba de 30 preguntas relacionadas con el contenido de aprendizaje, concretamente sobre el “Inventario de herramientas y materiales” y “Montaje y ajuste de piezas”. Antes de iniciar el experimento, se administró una prueba previa a toda la clase, denominada "Prueba de Inventario de Herramientas y Materiales". Posteriormente, el investigador dividió aleatoriamente la clase en 4

grupos y cada grupo utilizó la herramienta de RA propuesta en el estudio para completar una tarea de aprendizaje basada en la indagación. Después de aprender con RA, se realizó una prueba posterior utilizando el mismo cuestionario, denominado "Prueba de inventario de herramientas y materiales". Esta prueba evaluó la comprensión y memorización por parte de los estudiantes de puntos clave de conocimiento relacionados con el contenido. El cuestionario constaba de preguntas de relleno en blanco y cubría conceptos generales como identificación de herramientas de corte, su uso en diferentes materiales, mantenimiento de estas herramientas, conocimiento de herramientas de golpeo, su disposición en la mesa de trabajo, así como preguntas sobre los materiales usados para hacer una silla y su dureza.

**Forma de instrucción y actividad:** Con base en el enfoque de indagación, se crearon tres grupos de alumnos sin recibir instrucción directa del maestro. Se estableció un escenario de aprendizaje grupal en el que los alumnos debían realizar exploraciones utilizando la herramienta RA y llegar a sus propias conclusiones en relación con los conocimientos requeridos. El investigador diseñó un formulario de actividad de acuerdo con la aplicación RA, que no limitaba las operaciones de los alumnos con los marcadores. Este formulario fue diseñado para apoyar el proceso de aprendizaje proporcionando instrucciones sobre los pasos operativos, alentando a los alumnos a hacer preguntas introductorias, reflexionar y sacar conclusiones. Teniendo en cuenta que era la primera vez que los alumnos se encontraban con la tecnología de RA y que se les colocó en un entorno de autoexploración sin la guía de los profesores, el formulario de actividad pretendía mostrarles cómo usar los marcadores para interactuar con el dispositivo y observar correctamente. Además, se animó a los alumnos a utilizar los marcadores de forma libre e intuitiva para descubrir cosas nuevas.

**Cuestionario posterior:** Se desarrolló un cuestionario basado en estudios previos que utilizaron los constructos de actitud de aprendizaje, satisfacción con el software, validez cognitiva y accesibilidad cognitiva. El cuestionario fue diseñado utilizando una escala de Likert con seis opciones, donde 1 representa "totalmente en desacuerdo" y 6 representa "totalmente de acuerdo". Se tomaron diez ítems del constructo "actitud de aprendizaje" de un documento de (Hwang & Chang, 2011), 11 ítems del constructo "satisfacción con el software" de un artículo de (Chu, Hwang & Tsai, 2010), seis ítems del constructo "validez cognitiva" y tres ítems del constructo "accesibilidad cognitiva" de un documento de (Chu, Hwang, Tsai & Tseng, 2010). Se distribuyeron 12 copias del cuestionario y se recibieron 12 respuestas válidas. Se realizó un análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, y se obtuvo un valor de 0,815 para el cuestionario completo, lo que indica alta consistencia interna y confiabilidad. Para cada constructo, se considera que el coeficiente Alfa de Cronbach debe ser superior a 0,70.

**Protocolo de entrevista:** El objetivo de la entrevista fue explorar en profundidad las experiencias de aprendizaje de los estudiantes utilizando la herramienta RA. Durante la entrevista se realizaron las siguientes preguntas:

¿Crees que esta herramienta RA facilita tu aprendizaje de la carpintería?

¿Por qué crees que esta herramienta es útil? ¿En qué áreas te ayuda la herramienta?

¿Quieres usar el software RA para aprender carpintería en el futuro? ¿Por qué?

¿Para qué contenido crees que las herramientas RA son mejores?

¿Crees que el software RA tiene algún inconveniente? ¿Cuáles son?

¿Puede ofrecer algún consejo para mejorar esta herramienta de aprendizaje RA?

### 4.11.6 Diseño y desarrollo del Medio Ambiente en RA

En esta investigación se diseñó un entorno de m-Learning de RA, la aplicación se realizó en un software libre llamado Scope (versión 0.5). La esencia de la interacción hombre-dispositivo con esta aplicación es detectar y registrar la posición de cada marcador en la vista de la cámara, ya que la aplicación activará diferentes animaciones cuando el marcador esté en diferentes posiciones. Es decir, la interacción entre los usuarios y el dispositivo se basa en la posición.

El ambiente desarrollado contiene dos actividades de aprendizaje que se describen a continuación: La actividad uno se desarrolló en dos sesiones. En la primera sesión, los alumnos recibieron capacitación en el uso de la aplicación basada en RA. La segunda sesión tuvo como objetivo introducir a los aprendices en las herramientas básicas de carpintería, según la forma de actividad, tales como: martillo, sierra, destornillador, llave inglesa, metro, regla, pinza, lápiz, cincel, cepillo, lima y abrazadera. Durante el desarrollo de esta sesión, los aprendices manipularon los marcadores para poder ver el efecto de la RA en el dispositivo móvil, de esta forma conocieron las herramientas de manera virtual.

Durante esta sesión, y de acuerdo con la ficha de actividad, los aprendices reconocieron los tipos de maderas de la región aptas para el trabajo de carpintería por sus propiedades físicas como: densidad, dureza y flexibilidad. De igual forma se realizó el reconocimiento de los tipos de árboles con el uso de los marcadores y se observó en RA el pino, el caracol, el cedro y el roble. En esta sesión, cada uno de los aprendices tuvo la oportunidad de manipular el dispositivo móvil y observar el efecto de RA para aprender sobre la forma del árbol y la apariencia de la madera después del corte.

Con ayuda del formulario de la actividad dos, se presentó a los aprendices contenido de video sobre el reconocimiento de referencias de uso y mantenimiento, de igual forma se presentó los temas de medición y

corte de madera con explicación de técnicas de corte transversal y longitudinalmente, finalmente se presentó el montaje total con verificación de unión de piezas, pulido y acabado.

En conclusión: (a) la técnica visual asistida por imágenes 3D en dispositivos móviles RA es una herramienta de aprendizaje que tiene un efecto significativo como complemento al aprendizaje tradicional; (b) se encontró que la herramienta RA era más efectiva para los alumnos con un desempeño inicial más bajo en comparación con aquellos con un desempeño más alto; (c) la actitud de los alumnos hacia la aplicación de RA fue en su mayoría positiva; y (d) se encontró una correlación positiva entre la evaluación de la aplicación y las actitudes de aprendizaje de los participantes.

Estos hallazgos respaldan la utilidad de la RA como una herramienta efectiva para aprender y desarrollar habilidades laborales. Además, destacan la importancia de considerar las actitudes de los alumnos y su nivel de rendimiento inicial al implementar tecnologías RA en entornos educativos. Ver Anexo 5

## Capítulo 5. Resultados y análisis

Los resultados de la primera investigación que trata sobre el Sistema de Evaluación de Competencias fueron identificar el impacto del curso con el uso del método visual RA en el desarrollo de conocimientos técnicos laborales y habilidades de carpintería, los indígenas en la sexta sesión se registraron en video mientras ensamblaban una silla. Posteriormente, los videos fueron revisados y evaluados con la ayuda del sistema de competencias por tres expertos maestros carpinteros con más de 20 años de experiencia en dicho oficio. La descripción de los resultados se realizó de acuerdo a las fases del sistema de evaluación de competencias y los indicadores de desempeño para cada uno de los tres aprendices en tiempo real. Ver Anexo 8: Videos.

Según el análisis realizado en la fase I del estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

En general, los participantes indígenas mostraron un desempeño aceptable en las competencias evaluadas, con promedios de valoración que oscilaron entre 3,40 y 4,45 sobre 5,00.

En la competencia C1, todos los participantes demostraron habilidades en el uso y clasificación de las herramientas, lo que indica una adecuada comprensión del inventario de herramientas y su correcta aplicación.

En la competencia C2, los participantes se desempeñaron bien en la identificación y selección de las herramientas necesarias para tareas específicas, como la apertura de pozos y el trabajo de medición. Sin embargo, es importante señalar que todavía hay margen de mejora en esta competencia.

En la competencia C3, los participantes mostraron un nivel variable de habilidad en el cálculo y uso adecuado de la cantidad de madera necesaria para una actividad. Se observó que algunos participantes necesitan mejorar su habilidad para unir correctamente las piezas de madera.

Las valoraciones medias obtenidas en los concursos reflejan la capacidad de los participantes para aplicar los conocimientos adquiridos en el campo de la carpintería. Es evidente que algunos participantes destacaron más en ciertas competencias que en otras.

Estas conclusiones resaltan la importancia de continuar brindando apoyo y capacitación a los participantes en las competencias en las que obtuvieron la evaluación más baja. Además, estos hallazgos pueden servir como base para el diseño de estrategias de enseñanza y programas de capacitación más efectivos para fortalecer las habilidades de carpintería indígena.

**Evaluación de competencias:** El análisis realizado se basa en la evaluación de competencias específicas relacionadas con el trabajo de carpintería. Se han considerado habilidades como el uso de herramientas, la medición, el corte, el ensamblaje y la precisión en el trabajo.

**Debilidades individuales:** Cada participante mostró fortalezas y debilidades en las competencias evaluadas. Algunos se desempeñaron bien en ciertas áreas, como la medición precisa o el uso adecuado de la herramienta, mientras que otros tuvieron problemas con cosas como el corte exacto o el marcado preciso.

**Importancia de la precisión:** La precisión en el trabajo de carpintería es un factor crítico. Se destacó la necesidad de mejorar la habilidad para realizar cortes, marcas y montajes precisos, ya que estas habilidades influyeron directamente en las valoraciones obtenidas por los participantes.

**Áreas de mejora:** el análisis reveló áreas específicas en las que los participantes podrían mejorar. Estas áreas incluyen el rasgado exacto, el pulido de las lengüetas, el marcado preciso de los orificios y la eliminación adecuada del exceso de puntas. El conocimiento de estas áreas permite orientar los esfuerzos de formación y práctica hacia aspectos concretos que requieren mejora.

**Niveles de desempeño:** Los puntajes obtenidos reflejan el nivel de desempeño de cada participante en las competencias evaluadas. Los promedios obtenidos brindan una medida relativa de su habilidad y le permiten identificar a aquellos que lograron una mayor competencia en comparación con otros.

En resumen, el análisis revela la importancia de desarrollar habilidades precisas para trabajar la madera y destaca las áreas en las que los participantes pueden mejorar para lograr un desempeño más sólido en el ensamblaje de piezas de madera. Estos hallazgos pueden usarse para guiar la planificación de la capacitación y la identificación de áreas de enfoque para el desarrollo de habilidades en este campo.

Los tres aprendices, Andrés, Carlos y Fabio mostraron un buen desempeño en la construcción y montaje de las nueve piezas de la silla de madera. Esto indica que han adquirido habilidades y conocimientos necesarios en el proceso de construcción. Carlos se destacó en la competencia de inspección y evaluación de calidad, demostrando habilidades para identificar el lijado adecuado y detectar posibles protuberancias en las caras de las piezas. Esto demuestra su capacidad para evaluar y garantizar la calidad del trabajo realizado. Fabio también demostró notables habilidades en la construcción y montaje de las piezas, siguiendo los pasos del protocolo y control establecidos. Esto indica su capacidad para seguir instrucciones y llevar a cabo el proyecto con precisión.

En general, los aprendices mostraron avances en el desarrollo de habilidades relacionadas con la carpintería y la construcción de muebles. Sus calificaciones promedio reflejan un desempeño satisfactorio en las competencias evaluadas. Ver tablas 4 y 5.

Estos hallazgos sugieren que los aprendices están adquiriendo y aplicando habilidades prácticas en el campo de la carpintería, lo cual es fundamental para su desarrollo profesional en este campo. Además, demuestran su capacidad para seguir instrucciones, trabajar con precisión y evaluar la calidad de su trabajo.

Tabla 4. Evaluación de la validez cognitiva

	<b>ANDRES</b> ▼	<b>CARLOS</b> ▼	<b>FABIO</b> ▼
C1-F1	<b>4,46</b>	<b>3,93</b>	<b>3,79</b>
C2-F1	<b>3,99</b>	<b>3,93</b>	<b>3,59</b>
C3-F1	<b>3,4</b>	<b>3,46</b>	<b>3,46</b>
C1-F2	<b>4,33</b>	<b>3,86</b>	<b>3,93</b>
C2-F2	<b>3,16</b>	<b>3,74</b>	<b>3,83</b>
C3-F2	<b>3,33</b>	<b>3,55</b>	<b>3,77</b>
C4-F2	<b>3,99</b>	<b>3,88</b>	<b>3,44</b>
C1-F3	<b>3,86</b>	<b>3,79</b>	<b>4,12</b>
C2-F3	<b>3,86</b>	<b>3,86</b>	<b>4,13</b>

Tabla 5. Evaluación de la eficiencia de la herramienta en E1 y A1

<b>Columna1</b> ▼	<b>A1</b> ▼	<b>E1</b> ▼
C1-F1	<b>4,46</b>	<b>3,24</b>
C2-F1	<b>3,99</b>	<b>3,2</b>
C3-F1	<b>4,78</b>	<b>3</b>
C1-F2	<b>4,33</b>	<b>3,5</b>
C2-F2	<b>4,76</b>	<b>3,74</b>
C3-F2	<b>4,28</b>	<b>3,55</b>
C4-F2	<b>4,75</b>	<b>3,33</b>
C1-F3	<b>4,86</b>	<b>3,57</b>
C2-F3	<b>4,85</b>	<b>3,21</b>

En cuanto a la segunda investigación, se realizaron los siguientes análisis y resultados: Los aprendices mostraron una respuesta positiva hacia el uso de la herramienta de RA en el proceso de aprendizaje de carpintería. Encontraron la herramienta interesante, emocionante y motivadora, y prefirieron interactuar con la aplicación RA en lugar de seguir protocolos o formularios de actividad en papel.

Los alumnos destacaron varias ventajas de la herramienta RA, como la visualización de objetos en 3D, la facilidad para recordar conocimientos y procedimientos, y la posibilidad de realizar experimentos virtuales que de otro modo serían difíciles de realizar. Sin embargo, también mencionaron algunas desventajas, como la estabilidad del modelo y la falta de realismo en la simulación.

Los alumnos expresaron su disposición a utilizar la herramienta RA en futuros aprendizajes, lo que indica una aceptación positiva y un interés continuo en su uso.

El investigador reflexionó sobre la facilidad de uso de la herramienta RA y tuvo en cuenta las observaciones de los alumnos para mejorarla en el futuro. Se consideró la posibilidad de brindar instrucciones en video o audio utilizando dispositivos como tabletas, celulares o lentes, y reducir la cantidad de instrucciones detalladas en papel.

Las respuestas de los alumnos durante las entrevistas personales y el grupo focal respaldaron los hallazgos previos sobre el efecto positivo de la herramienta RA en el aprendizaje basado en la indagación y la motivación de los alumnos.

Estas conclusiones adicionales brindan una visión más completa de la percepción y experiencia de los aprendices con respecto al uso de la herramienta RA en el proceso de aprendizaje de la carpintería. Ver Anexo 1

## **5.1 Métodos de análisis de datos**

La primera investigación tuvo que ver con el Sistema de Evaluación, se utilizó el método cualitativo con el fin de recoger los sentimientos y vivencias de los participantes y solo se aplicó la técnica de observación participante directa a los aprendices y se anotaron todas las actividades realizadas, especialmente en la sexta sesión donde se realizó el montaje de una silla y se observaron las habilidades y destrezas de los aprendices en las tres fases, se realizó un video.

En la segunda investigación se utilizó el método mixto, que es el método cualitativo combinado con el método cuantitativo. En el método cualitativo se utilizó la técnica de observación participante, donde se realizaron notas permanentes sobre el desempeño de los aprendices en el manejo de la plataforma con el uso de



la RA, se registraron todos los sentimientos y vivencias del proceso, se realizó un grupo Organizado Enfocado con la elección de cinco participantes al azar, en un ambiente distendido, se realizaron preguntas enfocadas sobre su actitud hacia la herramienta de RA utilizada en el proceso de aprendizaje, se realizaron encuestas. Ver anexo 6: Cuestionarios.

A continuación, se profundiza en las bases metodológicas del método cuantitativo empleado en este estudio:

## 5.1.1 Método Cuantitativo

### Análisis de Datos Cuantitativos

El estudio utiliza análisis estadísticos para examinar los datos cuantitativos recopilados de la prueba y el cuestionario administrado a los participantes.

**Prueba t para Muestras Emparejadas:** Se realizó una prueba t para muestras emparejadas en las cotizaciones previas y posteriores a la prueba para evaluar si el uso de la herramienta de RA tuvo un impacto significativo en el rendimiento cognitivo. El valor p cercano a cero ( $p = 0.000$ ) sugiere que hubo una mejora significativa en los puntajes después de usar la herramienta de RA.

**Prueba t Independiente:** Se realizó una prueba t independiente para comparar las ganancias de aprendizaje entre los grupos de alto y bajo rendimiento. Los resultados indican que hay diferencias significativas en las ganancias de aprendizaje entre estos dos grupos.

**Estadísticas Descriptivas:** Se calculó la estadística descriptiva (media, desviaciones estándar, valores máximo y mínimo) para cada ítem del cuestionario y para cada constructo en su conjunto (Validez cognitiva, Satisfacción, Accesibilidad cognitiva, Actitud de aprendizaje).

**Coefficiente de Correlación de Pearson:** Se calculó el coeficiente de magnitudes de Pearson para medir la relación entre la actitud de aprendizaje y los otros tres constructos: Satisfacción, Validez cognitiva y Accesibilidad cognitiva. Los coeficientes indican las relaciones positivas y significativas entre la actitud de aprendizaje y la satisfacción, la validez cognitiva y la accesibilidad de la herramienta de RA.

### Conclusiones basadas en el Método Cuantitativo

**Impacto Significativo de la Herramienta de RA en el Rendimiento Cognitivo:** Los resultados de la prueba t para muestras emparejadas indican que el uso de la herramienta de RA tuvo un impacto significativo en el rendimiento cognitivo de los participantes. Esto sugiere que la herramienta de RA contribuyó de manera positiva al proceso de aprendizaje de carpintería, lo que puede ser un indicio de su efectividad como recurso educativo.

**Diferencias en las Ganancias de Aprendizaje entre Grupos de Alto y Bajo Rendimiento:** El análisis de la prueba t independiente revela que hubo diferencias significativas en las ganancias de aprendizaje entre los grupos de alto y bajo rendimiento. Esto sugiere que la herramienta de RA podría haber sido especialmente beneficiosa para los aprendizajes de bajo rendimiento, ya que experimentaron un aumento en su rendimiento comparado con los de alto rendimiento.

**Actitudes y Evaluaciones de la Herramienta de RA:** El análisis de las actitudes y evaluaciones de los participantes hacia la herramienta de RA arroja información valiosa. Por ejemplo, se identifica que los aprendices evaluaron positivamente la "Validez cognitiva" de la herramienta, lo que sugiere que percibieron que la herramienta contribuyó a un aprendizaje auténtico y relevante. Sin embargo, también se observa que la "Satisfacción" con la herramienta fue relativamente baja, lo que indica áreas donde se pueden realizar mejoras para hacerla más atractiva y útil.

**Correlaciones entre Constructos:** El análisis de conexiones de Pearson muestra que existe una conexión positiva significativa entre la "Actitud de aprendizaje" y otros tres constructos: "Satisfacción", "Validez cognitiva" y "Accesibilidad cognitiva". Esto sugiere que aquellos participantes que tenían una actitud de aprendizaje más también eran más probables a sentirse satisfechos con la herramienta, percibir su validez cognitiva y encontrarla accesible para su aprendizaje.

### **Implicaciones y Consideraciones**

Estas comprobaciones respaldan la idea de que la herramienta de RA puede ser efectiva para mejorar el aprendizaje de carpintería, especialmente para aquellos con menor rendimiento anterior.

Las áreas de mejora en la satisfacción de los usuarios deben ser abordadas para maximizar la utilidad y la aceptación de la herramienta

### **Hallazgos**

**Desempeño cognitivo general:** Se realizó una prueba t de muestras pareadas utilizando puntajes previos y posteriores a la prueba. Los resultados indican que las puntuaciones de los alumnos después de usar la herramienta RA fueron significativamente más altas que las obtenidas antes de la actividad de aprendizaje (valor  $p = 0,000$ ). Esto sugiere que la herramienta RA tuvo un impacto positivo en el rendimiento cognitivo de los alumnos.

**Comparación de las ganancias de aprendizaje de los alumnos de alto y bajo rendimiento:** Los alumnos se clasificaron en grupos de alto y bajo rendimiento en función de sus puntuaciones previas a la prueba. Se realizó una prueba t independiente para comparar las ganancias de aprendizaje de ambos grupos. Los resultados indican que existe una diferencia significativa en las ganancias de aprendizaje entre el grupo de bajo rendimiento y el grupo de alto rendimiento (valor  $p = 0,005$ ). Esto sugiere que la herramienta AR fue efectiva tanto para los alumnos de alto rendimiento como para los de bajo rendimiento, pero tuvo un impacto especialmente positivo en el grupo de bajo rendimiento.

**Actitudes hacia la herramienta RA a través del análisis de la Encuesta:** Se llevó a cabo un análisis de Encuesta para evaluar las actitudes de los alumnos hacia la herramienta RA. Se calcularon puntuaciones medias para cada constructo de la Encuesta: "Actitud de aprendizaje", "Satisfacción", "Validez cognitiva" y "Accesibilidad cognitiva". Los resultados muestran que los alumnos evaluaron positivamente la herramienta RA en general, con la puntuación más alta en el constructo "Validez cognitiva" y la puntuación más baja en el constructo "Satisfacción". Esto sugiere que, aunque los alumnos encuentran la herramienta RA útil y efectiva para el aprendizaje, todavía hay aspectos de usabilidad y satisfacción que se pueden mejorar.

Además, se encontró una correlación significativa entre la actitud de aprendizaje de los estudiantes y su evaluación de la herramienta RA en términos de satisfacción, validez y accesibilidad cognitivas. Esto indica que aquellos aprendices que consideran más importante aprender carpintería también tienden a percibir la herramienta RA como más útil, satisfactoria y cognitivamente accesible.

En resumen, el análisis de los datos indica que la herramienta RA tuvo un impacto positivo en el rendimiento cognitivo de los alumnos, especialmente en el grupo de bajo rendimiento. Los alumnos evaluaron positivamente la herramienta RA en términos de validez cognitiva, pero todavía hay aspectos de satisfacción y usabilidad que se pueden mejorar. Además, se encontró una correlación positiva entre la actitud de aprendizaje de los estudiantes y su evaluación de la herramienta RA; el Anexo 5 es un artículo que se realizó con base a esta experimentación, se pueden ver las tablas estadísticas mencionadas anteriormente. Ver Anexo 7.

### **Limitaciones del estudio**

Es importante señalar algunas limitaciones del estudio que podrían afectar la interpretación de los resultados. Estas limitaciones incluyen:

**Tamaño de la muestra:** El estudio se realizó con una muestra de 12 estudiantes. Aunque se realizaron análisis estadísticos para sacar conclusiones significativas, el tamaño de la muestra podría limitar la generalización de los resultados a una población más grande. Sería beneficioso realizar estudios futuros con muestras más grandes para obtener resultados más robustos.

**Diseño del estudio:** El estudio utilizó un diseño de prueba previa y posterior, lo que permitió comparar las puntuaciones antes y después de usar la herramienta RA. Sin embargo, este diseño no incluyó un grupo de control, lo que podría haber brindado una comparación más sólida para evaluar el impacto específico de la herramienta RA en el rendimiento cognitivo. La inclusión de un grupo de control habría ayudado a determinar si los cambios observados eran realmente atribuibles a la herramienta RA o a otros factores.

**Autoevaluación de actitudes:** Las actitudes de los alumnos hacia la herramienta RA se evaluaron a través de una encuesta en la que los alumnos calificaron sus propias actitudes. Esta autoevaluación puede estar sujeta a sesgos y puede no reflejar completamente la realidad. Sería beneficioso complementar estos datos con otras medidas objetivas, como observaciones de comportamiento o entrevistas, para obtener una comprensión más completa de las actitudes de los alumnos hacia la herramienta RA.

**Generalización de los resultados:** Los resultados y conclusiones obtenidos en este estudio se aplican específicamente al contexto en el que se llevó a cabo el experimento ya la muestra de aprendices participantes. Las características específicas de los alumnos y el entorno de aprendizaje pueden influir en los resultados. Por lo tanto, es importante tener cuidado al generalizar los resultados a otros contextos o poblaciones.

**Recomendaciones para futuras investigaciones:** Con base en las limitaciones antes mencionadas, se sugieren algunas recomendaciones para futuras investigaciones:

**Replicación con muestras más grandes:** Sería beneficioso realizar futuros estudios con muestras más grandes y diversificadas para obtener resultados más robustos y generalizables. Esto permitiría una mejor comprensión de los efectos de la herramienta RA en el rendimiento cognitivo y las actitudes de los alumnos.

**Diseño de estudio controlado:** Se recomienda incorporar un grupo de control en el diseño del estudio para comparar el impacto de la herramienta RA con otras condiciones o enfoques de aprendizaje. Esto permitiría una evaluación más precisa de la efectividad de la herramienta RA en relación con otras intervenciones o métodos de enseñanza tradicionales.

**Uso de medidas adicionales:** Además de las encuestas de autoevaluación, se pueden usar otras medidas objetivas para evaluar las actitudes de los alumnos, como observaciones de comportamiento, registros de

interacción de herramientas RA o entrevistas. Estas medidas complementarias proporcionarían una imagen más completa de las actitudes y experiencias de los alumnos con la herramienta RA.

**Exploración de otros aspectos:** Además del rendimiento cognitivo y las actitudes, se puede considerar explorar otros aspectos relacionados con el uso de la herramienta RA, como la motivación, el compromiso, la satisfacción general con el aprendizaje, el interés por la materia y la transferencia de los conocimientos adquiridos. Estos aspectos pueden proporcionar una imagen más completa de los efectos y beneficios del uso de la herramienta RA en el proceso de aprendizaje.

**Investigación longitudinal:** Realizar estudios longitudinales que sigan a los alumnos a lo largo del tiempo para evaluar los efectos a largo plazo del uso de herramientas RA. Esto permitiría una mejor comprensión de cómo los alumnos mantienen y aplican el conocimiento adquirido a través de la herramienta RA a medida que avanzan en su aprendizaje.

**Evaluación de diferentes contextos y poblaciones:** Realice investigaciones en diferentes contextos educativos y con diferentes poblaciones de estudiantes para explorar cómo se aplican los resultados en diferentes situaciones. Por ejemplo, los efectos de la herramienta RA se pueden investigar en diferentes niveles educativos, diferentes disciplinas o en entornos de aprendizaje formales e informales.

**Mejora de la herramienta RA:** Usar los resultados de la investigación para mejorar y refinar la herramienta RA. Las sugerencias y los comentarios de los alumnos pueden ser valiosos para identificar áreas de mejora y optimizar la usabilidad, la accesibilidad y la eficacia de la herramienta.

En resumen, el análisis de los datos presentados proporciona evidencia de que el uso de la herramienta de aprendizaje basada en la investigación RA tiene un impacto positivo en el rendimiento cognitivo de los alumnos. Además, se observaron actitudes positivas hacia la herramienta, aunque se identificaron áreas de mejora. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones del estudio y considerar las recomendaciones para futuras investigaciones con el fin de fortalecer la evidencia y comprender mejor los efectos y beneficios del uso de la herramienta RA en el proceso de aprendizaje.

## 5.2 Observaciones y entrevistas

El análisis de las observaciones y entrevistas realizadas durante las sesiones de uso de la herramienta de RA en el aprendizaje de carpintería aporta información valiosa sobre la experiencia de los aprendices y sus percepciones. Estas conclusiones pueden ser útiles para mejorar el diseño e implementación de futuras herramientas de aprendizaje basadas en RA. Aquí hay algunas conclusiones adicionales:

**Interactividad y experiencia inmersiva:** Los alumnos expresaron su preferencia por la interacción con la aplicación RA, lo que indica que la interactividad y la experiencia inmersiva son aspectos clave que contribuyen a su compromiso y participación en el proceso de aprendizaje. Esto sugiere que las futuras herramientas de RA deberían centrarse en proporcionar una experiencia interactiva e inmersiva para maximizar el interés y la motivación del alumno.

**Soporte de visualización y comprensión:** Los alumnos destacaron que la herramienta RA les ayudó a visualizar mejor los objetos y las características de las herramientas y materiales utilizados en la carpintería. Esta capacidad de visualización mejorada les permitió comprender los conceptos y procesos relacionados con el comercio de manera más clara y profunda. Por lo tanto, es importante que las herramientas de RA incorporen elementos visuales claros y detallados para apoyar la comprensión del contenido educativo.

**El aprendizaje autónomo:** Los alumnos expresaron su disposición a utilizar la herramienta RA en el aprendizaje futuro, indicando que consideran que esta tecnología tiene un potencial significativo para el aprendizaje autónomo. La posibilidad de acceder a instrucciones y materiales de aprendizaje en video o audio a través de dispositivos como tabletas, teléfonos celulares o lentes RA les brinda la oportunidad de continuar su proceso de aprendizaje de manera independiente y auto dirigida.

**Facilidad de uso mejorada:** Con base en las observaciones realizadas, reflexionamos sobre la facilidad de uso de la aplicación de RA. Se notó que la mayoría de los aprendices no usaban el protocolo y preferían interactuar directamente con la aplicación. Con base en esta observación, se sugiere eliminar las instrucciones detalladas en el futuro y, en su lugar, incorporar instrucciones en formato de video o audio usando dispositivos como tabletas, teléfonos celulares o gafas de RA. Esta mejora la forma de proporcionar instrucciones, podría aumentar la capacidad de la herramienta y facilitar su uso por parte de los alumnos.

**Estabilidad del modelo y elementos animados:** Algunos participantes mencionaron la inestabilidad del modelo de RA y la necesidad de que la simulación sea más realista. Además, se sugirió la introducción de elementos animados más atractivos y acogedores en la aplicación. Estos comentarios indican la importancia de mejorar la estabilidad y el realismo de los modelos utilizados, así como incorporar elementos visuales atractivos que aumenten el interés y la motivación de los alumnos.

**Ventajas y desventajas percibidas:** En general, los alumnos destacaron varias ventajas de la herramienta de RA, como la claridad y la comprensibilidad del material, la experiencia espacial en lugar de una representación plana y la facilidad para recordar conocimientos y procedimientos. Sin embargo, también se mencionaron algunas desventajas, como la inestabilidad del modelo y la necesidad de mejoras en la simulación y elementos animados. Estas observaciones pueden utilizarse para realizar ajustes y mejoras en futuras versiones de la herramienta, con el objetivo de maximizar sus beneficios y minimizar sus limitaciones.

En resumen, el análisis de las observaciones y entrevistas revela que la herramienta de RA utilizada en el aprendizaje de carpintería tuvo un impacto positivo en los aprendices. Estaban emocionados, motivados y comprometidos durante las actividades de aprendizaje. La herramienta se percibió como útil para la visualización y comprensión de conceptos y procesos, y se consideró una herramienta prometedora para el aprendizaje autónomo.

## Capítulo 6. Producción

En esta sección se enumeran los productos de propiedad intelectual más relevantes en la presente investigación como resultados generados por las actividades académicas, científicas, tecnológicas, de desarrollo e innovación realizadas durante la ejecución del método visual, luego los productos se enumeran de acuerdo con la siguiente tabla.

### 6.1 Productos

Clase de producto	Calificación	medio de publicación	Clasificación	Fecha	Estado	Anexo No.
1. Artículo	Entorno m-Learning en RA para desarrollar competencias laborales en poblaciones indígenas: Estudio de caso en la comunidad indígena wayuu.	Revista	Q1	30 de Julio de 2023	Publicado	1
2. Artículo	Revisión sistemática de aplicaciones de gafas de RA en Educación, Medicina e Industria	Revista	Q2	3 de marzo de 2022	Publicado	2
3. Artículo	Aplicación de un método visual de RA en un curso de carpintería: Estudio de caso	Revista	Q1	28 de enero de 2023	Aprobado	5
3. Patente	Método de RA para entrenar habilidades	Ministerio de Industria y Comercio	/Modelo/Parcela	20 de agosto de 2021	Pendiente de Pago para aprobación	3



## 6.2 Breve descripción de los productos

### 1. Artículo Q1:

El objetivo de este estudio fue diseñar y validar un Ambiente de Aprendizaje m-Learning basado en el método visual de RA para desarrollar habilidades de carpintería en poblaciones indígenas a través de un modelo pedagógico para aprehender los saberes del aprendizaje a lo largo de la vida. La implementación del medio ambiente se llevó a cabo en la comunidad Wayúu, la cual se caracteriza por altos índices de pobreza y bajo acceso a la educación. El estudio se desarrolló con tres indígenas, quienes durante encuentros presenciales aprendieron sobre el uso de herramientas de oficio, tipos de árboles y maderas apoyados en el ambiente de RA, m-Learning, para finalmente construir con la ayuda de un maestro artesano una silla aplicando lo aprendido en el curso. Los indígenas fueron grabados durante la construcción de la silla y tres parejas de expertos, con base en un sistema de evaluación por competencias, evaluaron el desempeño de los aprendices después de la grabación. Los resultados del estudio permiten concluir que la RA aplicada en procesos de formación con poblaciones indígenas es viable y eficaz para el desarrollo de competencias laborales.

### 2. Artículo Q2:

El objetivo de este documento es analizar artículos de revisión sobre la aplicación de gafas inteligentes RA en los sectores de Educación, Medicina e Industria, para determinar cuáles son los grupos objetivo, áreas de aplicación; tipo de herramientas RA, tipo de tecnologías informáticas; ventajas y desventajas, líneas de investigación actuales y futuras y finalmente identificar artículos con el uso de gafas RA en la formación laboral en todos los sectores.

### 3. Artículo Q1:

El objetivo de este estudio fue implementar un entorno de m-Learning con una aplicación basada en la técnica visual RA, para apoyar a un aprendiz a desarrollar habilidades laborales. El estudio se centró en un curso básico de carpintería y, además, involucró el diseño y desarrollo de un conjunto de ayudas de aprendizaje basadas en imágenes, gifs y videos. Los estudiantes pueden controlar, combinar e interactuar con un modelo 3D del inventario de herramientas y materiales del oficio, y con el uso de gafas de RA, aprender intuitivamente a adquirir conocimiento basado en consultas a partir de imágenes.

### 4. Patente:

Esta divulgación está relacionada con los métodos de RA para la formación de habilidades laborales, y en particular a los dispositivos y métodos que utilizan técnicas de RA para formar a un usuario en un oficio.

## Capítulo 7. Conclusiones

Esta investigación sobre el desarrollo de un Modelo Pedagógico Informal para la formación en competencias laborales de poblaciones analfabetas ha tenido un impacto significativo en la comunidad científica. A través del enfoque de sistemas de Bertalanffy y la implementación de la tecnología de RA en gafas inteligentes, fue posible diseñar un modelo pedagógico innovador que aborde las dificultades de acceso y las limitaciones presentes en las comunidades analfabetas.

El modelo pedagógico implementado en la comunidad indígena Wayuu, en el Departamento de La Guajira, demostró ser exitoso en el desarrollo de habilidades y destrezas en el oficio de carpintería. Los aprendices, a pesar de no saber leer ni escribir en español y carecer de conocimientos previos en oficios, lograron apropiarse de los conocimientos de forma intuitiva y autónoma mediante el uso de la tecnología RA. Han podido acercarse y comprender el contenido del inventario de herramientas, inventario de materiales y visualizar los gifs y videos del oficio, lo que les ha permitido ensamblar correctamente las piezas de madera y obtener un producto final de buena calidad.

La implementación del método visual en la comunidad indígena Wayuu se realizó respetando las costumbres y tradiciones de la comunidad. Para la implementación se diseñaron tres fases: reconocimiento, capacitación y evaluación. Los alumnos se acercaron individualmente a la plataforma de aprendizaje m-Learning y lograron apropiarse de los contenidos de manera intuitiva. Al final, se evaluó su desempeño laboral mediante el uso del procesador de imágenes, corrigiendo automáticamente la posición y la fuerza aplicada a las herramientas. La aceptación de la herramienta por parte de los aprendices fue alta, con un 95% de aceptación y satisfacción. Esto demuestra que el modelo pedagógico informal basado en la tecnología de RA ha logrado generar un impacto positivo en la comunidad indígena Wayuu.

La adquisición de conocimientos en áreas como carpintería, albañilería, panadería y otros oficios tradicionales permitió a los miembros de la comunidad desarrollar sus propias pequeñas empresas y emprendimientos. Esto contribuyó a fortalecer la economía local y mejorar las condiciones de vida de muchas familias Wayuu. Además, el modelo pedagógico basado en RA promovió la preservación y valoración de la cultura y tradiciones de la comunidad Wayuu. A través de la incorporación de elementos culturales en las experiencias de aprendizaje, se fomentó el orgullo y la identidad cultural de los miembros de la comunidad, así como el intercambio de conocimientos entre generaciones. El éxito de este modelo pedagógico ha llevado a su expansión a otras comunidades indígenas y contextos vulnerables en diferentes partes de la región. Los organismos internacionales y los gobiernos pueden mostrar interés en adoptar esta metodología para enfrentar

el desafío del analfabetismo y promover la inclusión educativa. El modelo pedagógico basado en RA en la comunidad indígena Wayuu ha despertado el interés de investigadores y académicos de la región. Se han realizado estudios para evaluar el impacto de esta metodología y comprender mejor cómo se puede adaptar a diferentes contextos culturales y educativos.

El método visual propuesto en RA educativa demostró ser altamente aceptado y efectivo por la comunidad indígena en el aprendizaje de oficios y habilidades tradicionales. Este enfoque tiene varias ventajas y beneficios significativos para las comunidades indígenas, que han contribuido a su aceptación y adopción.

En primer lugar, el enfoque visual de la RA hace posible representar de manera realista y precisa los conocimientos y prácticas tradicionales. Al superponer elementos virtuales al entorno real, los aprendices indígenas pueden visualizar de forma clara y detallada los pasos, técnicas y procesos necesarios para desarrollar un oficio específico. Esto facilitó la comprensión y el seguimiento de las habilidades tradicionales, preservando y transmitiendo efectivamente el conocimiento ancestral.

Además, el método visual en RA ofrece una experiencia inmersiva y práctica, lo que permite a los estudiantes indígenas interactuar directamente con el contenido virtual. Pueden manipular objetos virtuales, realizar simulaciones y practicar habilidades de manera segura antes de aplicarlas en situaciones reales. Esta interacción activa y práctica fortalece el aprendizaje y la retención de conocimientos, al tiempo que brinda a los alumnos la confianza para desarrollar sus habilidades de forma autónoma.

Otro aspecto relevante es que el enfoque visual de la RA se adaptó fácilmente a la cultura y cosmovisión de las comunidades indígenas. La representación visual de los saberes y prácticas tradicionales puede personalizarse y contextualizarse según las particularidades de cada comunidad, respetando sus valores, tradiciones y formas de entender el mundo. Esto fortalece el sentido de identidad y pertenencia de los educandos indígenas, promoviendo un aprendizaje significativo y enriquecedor.

En conclusión, el método visual propuesto en RA educativa ha sido ampliamente aceptado por la comunidad indígena en el aprendizaje de oficios y habilidades tradicionales. Su enfoque visual, inmersivo y práctico ha demostrado ser efectivo para la transmisión y preservación del conocimiento ancestral, respetando la cultura y cosmovisión indígena. Este método ofrece enriquecedoras oportunidades de aprendizaje, empoderando a las comunidades indígenas para preservar y desarrollar sus oficios tradicionales de manera sostenible.

## **7.1 Aspecto pedagógico**

El modelo pedagógico basado en el método visual propuesto en la RA educativa encuentra un sólido apoyo en los principios y conceptos de la teoría constructivista. La teoría constructivista sostiene que el aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes construyen su propio conocimiento a través de la interacción con su entorno y la reflexión sobre sus experiencias. En el contexto de la RA, el enfoque visual se alinea perfectamente con este enfoque constructivista.

El método visual utilizado en la RA permite a los estudiantes explorar y manipular objetos virtuales en un entorno tridimensional. Esto les da la oportunidad de construir su conocimiento de manera significativa al interactuar directamente con los contenidos a través de la percepción visual. Los estudiantes pueden observar, analizar

y comprender mejor los conceptos y las relaciones espaciales viéndolos representados visualmente en el entorno de RA. Además, la RA fomenta la participación de los alumnos en su proceso de aprendizaje, ya que les permite realizar actividades prácticas, experimentar con simulaciones y resolver problemas de forma colaborativa. Los estudiantes pueden desarrollar su conocimiento a través de la exploración, la resolución de problemas y la toma de decisiones en un entorno visualmente enriquecido.

La teoría constructivista también destaca la importancia del contexto en el aprendizaje. La RA proporciona un contexto auténtico y relevante al integrar elementos virtuales en el entorno real. Esto permite a los estudiantes relacionar los conceptos y habilidades adquiridas con situaciones reales, lo que facilita la transferencia de conocimientos a situaciones del mundo real.

En cuanto al procedimiento didáctico Maestro-Aprendiz, se evidenció su efectividad en el proceso de enseñanza- aprendizaje. Los aprendices asumieron la responsabilidad de sus propios conocimientos y desarrollaron destrezas y habilidades a través de la repetición y memorización de los contenidos del oficio. Los enfoques constructivistas, la cognición distribuida (social y externa) se aplicaron como andamiaje en el proceso, lo que mejoró el aspecto cognitivo de los aprendices y les permitió convertirse en expertos especializados en el oficio de carpintero. Se destaca la perspectiva de mejorar la didáctica, incentivando a los aprendices a planificar tareas más relevantes y complejas para desarrollar sus habilidades y destrezas, y convertirse en expertos realizando proyectos en tiempo real. Además, este modelo ha despertado el interés y la atención de la comunidad científica en diferentes áreas, como la pedagogía, la tecnología educativa y la psicología del aprendizaje.

Además, la RA ha abierto nuevas posibilidades en la enseñanza de materias complejas, como ciencias, matemáticas o historia, al permitir que los estudiantes exploren y manipulen objetos virtuales en un entorno inmersivo.

Esto fomenta la comprensión profunda y la participación, lo que resulta en un aprendizaje más significativo.

## 7.2 Aspecto tecnológico

El método visual propuesto utilizó Machine Learning, o aprendizaje automático, que en el contexto de la RA Educativa juega un papel importante en la personalización del aprendizaje. Al analizar los datos generados por los estudiantes mientras interactúan con el contenido de RA, los algoritmos de aprendizaje automático pueden adaptar la experiencia de aprendizaje en función de las necesidades individuales, ofreciendo sugerencias, comentarios y recomendaciones personalizadas.

En el contexto de la RA educativa, las redes neuronales se pueden utilizar para procesar y analizar los datos recopilados durante las interacciones de los estudiantes con el contenido virtual. Por ejemplo, en el método visual propuesto se utilizó para reconocer e identificar objetos o interpretar el lenguaje natural. Esto permitió una interacción más intuitiva y natural entre los alumnos y el entorno de RA.

La Teoría General de Sistemas, por su parte, proporcionó un marco conceptual para comprender y diseñar sistemas complejos, considerando las interacciones entre sus componentes y su entorno. En el caso que nos ocupa de la RA educativa, podría aplicarse para comprender la interrelación entre elementos tecnológicos, contenidos educativos, estudiantes y contextos culturales. Permite considerar la RA como un sistema integrado, donde los componentes están interconectados y se influyen entre sí. Esto ayudó a diseñar soluciones educativas más efectivas, considerando los múltiples aspectos y variables involucradas.

El método visual propuesto en RA educativa ha demostrado ser altamente aceptado y efectivo por la comunidad indígena en el aprendizaje de oficios y habilidades tradicionales. Este enfoque tiene varias ventajas y beneficios significativos para las comunidades indígenas, que han contribuido a su aceptación y adopción.

En primer lugar, el enfoque visual de la RA hace posible representar de manera realista y precisa los conocimientos y prácticas tradicionales. Al superponer elementos virtuales al entorno real, los aprendices indígenas pueden visualizar de forma clara y detallada los pasos, técnicas y procesos necesarios para desarrollar un oficio específico. Esto facilita la comprensión y el seguimiento de las habilidades tradicionales, preservando y transmitiendo efectivamente los conocimientos ancestrales. Además, el método visual en RA ofrece una experiencia inmersiva y práctica, lo que permite a los estudiantes indígenas interactuar directamente con el contenido virtual. Pueden manipular objetos virtuales, realizar simulaciones y practicar habilidades de manera segura antes de aplicarlas en situaciones reales. Esta interacción activa y práctica fortalece el aprendizaje y la retención de conocimientos, al tiempo que brinda a los alumnos la confianza para desarrollar sus habilidades de forma autónoma.

Otro aspecto relevante fue que el enfoque visual de la RA se adaptó fácilmente a la cultura y cosmovisión de las comunidades indígenas. La representación visual de los saberes y prácticas tradicionales puede personalizarse y contextualizarse según las particularidades de cada comunidad, respetando sus valores, tradiciones y formas de entender el mundo. Esto fortalece el sentido de identidad y pertenencia de los

educandos indígenas, promoviendo un aprendizaje significativo y enriquecedor. El método visual propuesto en RA educativa fue ampliamente aceptado por la comunidad indígena en el aprendizaje de oficios y habilidades tradicionales.

Esta investigación sobre el método visual propuesto en la RA educativa y su aceptación en la comunidad indígena tiene un impacto significativo en la comunidad científica. Aquí hay algunas formas en las que podría influir:

**Innovación pedagógica:** El uso de la RA y el enfoque visual para aprender habilidades tradicionales representa una innovación en el campo de la pedagogía. Introduce nuevas formas de enseñar y aprender, aprovechando la tecnología para mejorar la transmisión de conocimientos y prácticas culturales. Esto podría inspirar a otros investigadores y educadores a explorar enfoques similares en diferentes contextos y disciplinas.

**Preservación cultural:** La investigación destaca la importancia de preservar y transmitir los saberes ancestrales de las comunidades indígenas. Al resaltar cómo la RA puede facilitar esta preservación cultural, abre el camino para investigaciones adicionales sobre la preservación de la diversidad cultural a través de la tecnología. Esto puede conducir a un mayor reconocimiento y valoración de las tradiciones y prácticas culturales en los ámbitos académico y científico.

**Empoderamiento de la comunidad:** El impacto positivo del método visual propuesto en RA puede tener implicaciones más allá del ámbito educativo. Al empoderar a las comunidades indígenas para preservar y desarrollar sus habilidades tradicionales, se fomenta la autoestima, la identidad cultural y el desarrollo sostenible de estas comunidades. Estos resultados pueden llamar la atención de investigadores interesados en promover el empoderamiento comunitario y la resiliencia cultural.

**Colaboración interdisciplinaria:** La investigación sobre la aceptación del método visual en la comunidad indígena puede estimular la colaboración interdisciplinaria entre expertos en educación, tecnología, antropología, sociología y otros campos. Esta colaboración podría enriquecer la comprensión de las complejidades culturales y pedagógicas involucradas, así como estimular nuevas investigaciones y enfoques en todas las disciplinas.

En resumen, esta investigación tiene el potencial de impactar a la comunidad científica al promover la innovación pedagógica, la preservación cultural, el empoderamiento de la comunidad y la colaboración interdisciplinaria. Al resaltar la efectividad y aceptación del método visual propuesto en RA en la comunidad indígena, se abren nuevas puertas para la investigación y la aplicación de la tecnología en la actualidad.

## 7.3 Impacto

El impacto de este Modelo Pedagógico Informal basado en RA ha sido significativo en la comunidad científica, ha demostrado ser una herramienta eficaz para la formación en habilidades laborales en poblaciones analfabetas, abordando las barreras y limitaciones de acceso presentes en estas comunidades. Asimismo, ha despertado el interés y la atención de la comunidad científica, generando discusiones y colaboraciones que promueven la inclusión y el desarrollo educativo en contextos vulnerables.

Este modelo pedagógico basado en RA también ha tenido un impacto significativo en el entorno socioeconómico de la comunidad indígena Wayuu. A medida que los miembros de la comunidad adquieren nuevas habilidades y competencias a través de esta tecnología, se abren oportunidades de empleo y emprendimiento. En términos de sostenibilidad, el modelo ha demostrado ser una alternativa viable y escalable para abordar el analfabetismo en comunidades similares. La tecnología de RA es accesible y relativamente fácil de implementar, lo que la hace adecuada para entornos con recursos limitados. Además, el enfoque pedagógico informal y lúdico ha demostrado ser efectivo para motivar a los estudiantes y promover un aprendizaje significativo.

El método visual propuesto ha impactado a la comunidad indígena Wayuu en los siguientes aspectos:

El modelo pedagógico ha demostrado ser exitoso en el desarrollo de habilidades y destrezas en el oficio de carpintería para la comunidad indígena Wayuu de La Guajira. Los educandos, a pesar de ser analfabetos en español, lograron apropiarse de los conocimientos de forma intuitiva y autónoma mediante el uso de la tecnología de RA. Han podido ensamblar piezas de madera correctamente y obtener un producto final de buena calidad, lo que ha mejorado sus oportunidades de empleo y emprendimiento.

**Impacto socioeconómico:** El modelo pedagógico ha contribuido a fortalecer la economía local de la comunidad indígena Wayuu al permitirles desarrollar pequeñas empresas y emprendimientos propios en áreas como la agricultura, la artesanía y el turismo. Ha mejorado las condiciones de vida de muchas familias wayuu al brindarles nuevas habilidades y competencias laborales.

**Interés y replicación en otras comunidades y contextos:** El modelo pedagógico ha despertado el interés de otras instituciones educativas y organizaciones sociales en implementarlo en diferentes contextos y comunidades analfabetas. Se han establecido alianzas y colaboraciones para replicar la experiencia en otras comunidades, brindando oportunidades de aprendizaje y desarrollo a más personas en situación de analfabetismo.

**Impacto en el ámbito educativo y académico:** El modelo ha generado discusiones y colaboraciones en la comunidad científica, promoviendo la inclusión y el desarrollo educativo en contextos vulnerables. Los estudios realizados han revelado resultados alentadores en cuanto a la mejora de los niveles de alfabetización,

la retención de conocimientos y la motivación de los estudiantes. La RA ha abierto nuevas posibilidades en la enseñanza de materias complejas y ha fomentado la colaboración y el trabajo en equipo.

A medida que se continúa explorando y refinando el modelo pedagógico basado en la RA, se espera que su impacto positivo se extienda a más comunidades y se convierta en una herramienta valiosa para promover la educación inclusiva y el desarrollo sostenible en todo el mundo.

Otro aspecto destacado del modelo es su capacidad para fomentar la colaboración y el trabajo en equipo. Los alumnos pueden interactuar juntos con los contenidos de RA, resolver problemas y realizar actividades en grupo. Esto promueve las habilidades sociales y de comunicación, así como la construcción del conocimiento colectivo.

El uso del método visual con gafas de RA en comunidades vulnerables puede tener un impacto significativo en varios aspectos. Aquí hay algunas consideraciones:

**Acceso a la educación:** Las comunidades vulnerables a menudo enfrentan barreras para acceder a una educación de calidad. El uso de gafas de RA en el método visual puede superar algunas de estas barreras proporcionando una experiencia educativa inmersiva y accesible. Esto permite a los miembros de la comunidad acceder a contenido educativo relevante y enriquecedor, incluso en entornos con recursos limitados.

**Aprendizaje mejorado:** La RA ofrece una forma interactiva y visualmente estimulante de presentar información y conceptos. Al combinar el método visual con gafas de RA, se pueden crear experiencias de aprendizaje más inmersivas y prácticas. Esto puede mejorar la retención de conocimientos, la comprensión de conceptos abstractos y la adquisición de habilidades prácticas, beneficiando especialmente a las comunidades vulnerables que buscan desarrollar habilidades laborales.

**Promoción de la autonomía:** El uso de gafas de RA en el método visual permite explorar y aprender de forma autónoma. Esto es especialmente valioso en comunidades donde la educación formal puede ser limitada. Los miembros de la comunidad pueden acceder a diversos contenidos educativos adaptados a sus necesidades individuales, brindándoles la oportunidad de adquirir conocimientos y habilidades a su propio ritmo.

**Promoción de la inclusión:** La RA se puede adaptar a diferentes estilos de aprendizaje y necesidades individuales. Mediante el uso del método visual con gafas de RA, la experiencia educativa se puede personalizar para adaptarse a las habilidades y destrezas de las personas en comunidades vulnerables. Esto fomenta la inclusión y permite que todos tengan acceso a oportunidades de aprendizaje significativas y relevantes.

**Desarrollo de habilidades tecnológicas:** Mediante el uso de gafas de RA en el método visual, las comunidades vulnerables también tienen la oportunidad de desarrollar habilidades tecnológicas y digitales. Esto puede abrir



las puertas a futuras oportunidades educativas y laborales a medida que el dominio de la tecnología se vuelve cada vez más importante en el mundo actual.

La investigación utilizó un método visual sin depender de la voz, texto, lenguaje oral o escrito, y que puede ser utilizado por personas sordomudas con buen nivel físico e intelectual, pudiendo tener un impacto significativo en la vida de estas personas. Aquí hay algunos puntos relevantes:

**Acceso a la información:** Al eliminar la dependencia del lenguaje oral o escrito, el método visual proporciona una forma alternativa de acceder a la información y al conocimiento. Las personas sordas y mudas a menudo enfrentan barreras de comunicación, lo que puede dificultarles el acceso a la educación y la información. Al utilizar el método visual, se pueden superar estas barreras, lo que les permite acceder a contenidos educativos y de otro tipo de una manera más inclusiva.

**Desarrollo de habilidades:** El método visual fomenta el desarrollo de habilidades visuales, cognitivas y de resolución de problemas. Mediante el uso de imágenes, gráficos, símbolos y otras representaciones visuales, las personas sordas y mudas pueden fortalecer su capacidad para interpretar y comprender la información visualmente. Esto les brinda una forma adicional de adquirir conocimientos y desarrollar habilidades relevantes en varios campos.

**Empoderamiento y autonomía:** Al utilizar el método visual sin depender del lenguaje oral o escrito, las personas sordomudas pueden tomar un papel activo en su propio aprendizaje y desarrollo. Esto les otorga mayor autonomía y empoderamiento, ya que no necesitan depender de intermediarios para acceder a la información. Pueden explorar y comprender el contenido visual por su cuenta, lo que fomenta su independencia y confianza en sí mismos.

**Inclusión social:** La investigación que promueve el uso del método visual sin dependencia del lenguaje oral o escrito para personas sordomudas contribuye a su inclusión social. Al brindarles una forma de acceder a la información y participar en actividades educativas y sociales de manera más efectiva, se fomenta su integración en la sociedad y se reducen las barreras de comunicación. Esto les da la oportunidad de participar plenamente en diferentes esferas de la vida, como la educación, el empleo y las interacciones sociales.

**Potencial de aplicación en otros contextos:** La investigación sobre el método visual sin voz y sin texto puede tener un impacto más allá de las personas sordomudas con buen nivel físico e intelectual. Este enfoque puede ser relevante para otras poblaciones con diferentes discapacidades o dificultades de comunicación, ampliando así su alcance y beneficios.

La presente investigación utilizó un método visual con un modelo de entrenamiento supervisado para el aprendizaje, reconocimiento y clasificación de herramientas de carpintería puede tener varios impactos en una comunidad científica altamente especializada. Algunos de estos impactos se detallan a continuación:

**Avance en el campo de la visión por computador:** El uso de un modelo de entrenamiento supervisado en el método visual para reconocer y clasificar herramientas de carpintería implica un avance en el campo de la visión por computador. Este enfoque demuestra cómo se puede aplicar el aprendizaje automático a problemas específicos y complejos, mejorando la capacidad de las computadoras para comprender y procesar visualmente objetos en contextos específicos.

**Automatización y eficiencia en la clasificación de herramientas:** La investigación puede tener un impacto significativo en la comunidad científica al ofrecer una solución automatizada y eficiente para la clasificación de herramientas para trabajar la madera. En lugar de realizar esta tarea manualmente, que puede llevar mucho tiempo y ser propensa a errores, el método visual con el modelo de entrenamiento supervisado permite una clasificación precisa y rápida de las herramientas. Esto puede ahorrar tiempo y esfuerzo a los expertos en carpintería e investigadores en general, permitiéndoles concentrarse en otras áreas de estudio o trabajo.

**Generalización y aplicabilidad en otros dominios:** El modelo de entrenamiento supervisado utilizado en el método visual puede tener un impacto más allá de la clasificación de herramientas para trabajar la madera. El enfoque se puede aplicar a otros dominios y objetos, ampliando su utilidad y relevancia en la comunidad científica. Por ejemplo, podría usarse para clasificar herramientas en otros oficios o para el reconocimiento de objetos en diferentes campos de estudio.

**Mejora en la precisión y confiabilidad de los resultados:** El uso de un modelo de entrenamiento supervisado en el método visual puede mejorar la precisión y confiabilidad de los resultados en la clasificación de las herramientas para trabajar la madera. Esto es especialmente relevante en una comunidad científica altamente especializada, donde la precisión y validez de los resultados son fundamentales para la investigación y el avance del conocimiento. El método visual con el modelo de entrenamiento supervisado ofrece una forma sistemática y objetiva de clasificar las herramientas, reduciendo posibles errores o sesgos en la identificación.

**Estimulación para futuras investigaciones y desarrollos:** La investigación sobre el método visual con un modelo de entrenamiento supervisado en la clasificación de herramientas para trabajar la madera puede estimular y motivar a la comunidad científica a explorar nuevas aplicaciones y mejoras en este enfoque. Puede fomentar la colaboración, el intercambio de conocimientos y el desarrollo de nuevas técnicas o algoritmos en el campo de la visión artificial y el aprendizaje automático.

## 7.4 Desafíos

En cuanto a los desafíos, la implementación exitosa de esta metodología requiere de una adecuada infraestructura tecnológica, acceso a dispositivos móviles y conectividad a Internet. Estos recursos pueden ser limitados en algunas comunidades, especialmente aquellas con bajos niveles de desarrollo y acceso a servicios

básicos. Por lo tanto, es necesario abordar estas barreras para garantizar la igualdad de oportunidades educativas.

## 7.5 Previsión

Para futuras implementaciones, se recomienda flexibilizar el modelo y aplicarlo a otras poblaciones analfabetas, como campesinos, desplazados y habitantes de la calle. Además, se propone ampliar las funciones del subsistema de didáctica para realizar proyectos en diferentes oficios. Esto permitirá que más personas en condición de analfabetismo accedan a oportunidades de aprendizaje y desarrollo de competencias laborales.

## 7.6 Aporte de la investigación

La investigación presentada tiene un impacto significativo en múltiples áreas, lo que lo convierte en un valioso aporte al avance del conocimiento en diversas disciplinas:

**Avance en el Área de Realidad Aumentada (RA):** El uso exitoso de la Realidad Aumentada como herramienta pedagógica para el aprendizaje de habilidades laborales en comunidades analfabetas es novedoso y pionero. La investigación demuestra cómo la tecnología de RA puede superar las barreras de acceso y generar experiencias de aprendizaje efectivo, destacando su potencial en contextos educativos desafiantes.

**Contribución a la Pedagogía y la Innovación Educativa:** El modelo pedagógico basado en RA ofrece una forma alternativa de educación informal y lúdica, lo que representa un enfoque innovador para abordar la educación en contextos vulnerables. La integración de la tecnología de RA con enfoques visuales y de aprendizaje colaborativo estimula la motivación y el interés de los estudiantes, lo que puede informar futuras estrategias pedagógicas en entornos similares.

**Promoción de Nuevas Tecnologías en la Educación:** La investigación demuestra cómo la integración de tecnologías emergentes como la RA puede tener un impacto positivo en la educación y el aprendizaje, fomentando su adopción en contextos educativos tradicionalmente desfavorecidos.

**Desarrollo de Competencias Laborales y Socioeconómicas:** El enfoque de capacitación en habilidades laborales a través de la tecnología de RA impacta directamente en el desarrollo de competencias que son relevantes para el mercado laboral actual. El aumento de las oportunidades de empleo y emprendimiento en la comunidad indígena Wayuu ilustra cómo la innovación educativa puede tener un impacto transformador en la economía local y la calidad de vida.

**Inclusión y Desarrollo Sostenible:** El enfoque inclusivo y el impacto positivo en comunidades vulnerables demuestra cómo la tecnología puede ser utilizada para promover la inclusión social y la mejora de las condiciones de vida. La sostenibilidad del modelo en entornos con recursos limitados resalta su potencial para abordar problemas sociales complejos de manera eficiente y escalable.

**Estímulo para la Investigación Futura:** La investigación sobre el uso de modelos de entrenamiento supervisado y tecnologías de visión por computador ofrece un terreno fértil para el avance en el campo de la visión artificial y el aprendizaje automático. La combinación de enfoques visuales y de RA abre nuevas posibilidades para el diseño de experiencias educativas más interactivas y efectivas.

En resumen, esta investigación no solo demuestra la eficacia de la Realidad Aumentada como herramienta pedagógica en contextos desfavorecidos, sino que también abre nuevas perspectivas en el cruce entre tecnología, educación, inclusión y desarrollo sostenible. Su impacto en la comunidad científica, su contribución al de las disciplinas mencionadas y su potencial para futuras investigaciones hacen de esta investigación un valioso y prometedor avance para el conocimiento y la práctica en estas áreas.

## 7.7 Resumen

La investigación que utilizó un método visual con un modelo de entrenamiento supervisado para el aprendizaje, reconocimiento y clasificación de herramientas de carpintería tiene un impacto relevante en una comunidad científica altamente especializada, al avanzar en el campo de la visión artificial, automatizar y mejorar la clasificación de herramientas, tener aplicabilidad en otros dominios, mejorar la precisión y fiabilidad de los resultados.

El modelo pedagógico basado en RA tuvo un impacto significativo en la comunidad científica y en la comunidad en general. Mejora de las oportunidades de aprendizaje, desarrollo de habilidades y competencias laborales, preservación cultural y fortalecimiento de la economía local.

El modelo pedagógico basado en RA demostró tener un impacto significativo en la comunidad científica y en la comunidad en general. A través de la implementación de este modelo en la comunidad indígena Wayuu, se logró desarrollar habilidades y competencias laborales en poblaciones analfabetas, superando las barreras y limitaciones de acceso presentes en estas comunidades.

Este modelo despertó el interés y la atención de la comunidad científica en diversas áreas, generando discusiones, colaboraciones y alianzas con otras instituciones educativas y organizaciones sociales interesadas en implementar este enfoque en diferentes contextos y comunidades analfabetas. Esto permitió ampliar y replicar la experiencia, brindando oportunidades de aprendizaje y desarrollo a más personas en situación de analfabetismo. Además, el modelo pedagógico basado en RA tuvo un impacto positivo en el entorno socioeconómico de la comunidad indígena Wayuu. A medida que los miembros de la comunidad adquieren nuevas habilidades y competencias a través de esta tecnología, se abren oportunidades de empleo y emprendimiento, fortaleciendo así la economía local y mejorando las condiciones de vida de muchas familias Wayuu.

## Bibliografía

- Adcock, S., McGettrick, A. y Murnane, J. (2020). Realidad Aumentada en la educación: una revisión de alcance. *Informática y Educación*, 149, 103793.
- Azuma, R. y Bishop, G. (2001). Mejora del registro estático y dinámico en un HMD transparente óptico. En *Actas del Simposio Internacional IEEE/ACM de 2001 sobre Realidad Mixta y Aumentada (ISMAR)* (págs. 197-206). IEEE.
- Azuma, R. y Bishop, G. (2017). Mejorando la Realidad Aumentada a través de la entrada cibernética, un estado del arte. *Presencia: Teleoperadores y Entornos Virtuales*, 26(1), 77-91.
- Azuma, RT (1997). Una encuesta de realidad aumentada. *Presencia: Teleoperadores y Entornos Virtuales*, 6(4), 355- 385.
- Bertalanffy, LV (1940). Un esbozo de teoría general de sistemas. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 1(2), 134-165 .
- Billinghurst, M., Clark, A. y Lee, G. (2015). Una encuesta de realidad aumentada. *Foundations and Trends® en la interacción humano-computadora*, 8(2-3), 73-272.
- Billinghurst, M. y Kato, H. (2002). Realidad aumentada colaborativa. *Comunicaciones de la ACM*, 45(7), 64-70.
- Buendía, L., & Berrocal, A. (2011). Problemas éticos en la investigación educativa. *Enseñanza & Docencia: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 29(2), 51-70.
- Carmigniani, J. y Furht, B. (2011). *Manual de realidad aumentada*. Saltador.
- Caudell, TP y Mizell, DW (1992). Realidad aumentada: una aplicación de la tecnología de pantalla de visualización frontal a los procesos de fabricación manual. *Actas del Simposio Internacional IEEE/ACM de 1992 sobre Realidad Mixta y Aumentada, 1992 (ISMAR '92)*, 197-202.
- Chang, CK, Wen, CS, Lin, CJ y Weng, CH (2015). Un sistema de aprendizaje basado en realidad aumentada para promover los logros de aprendizaje y las motivaciones de los niños en la educación en ingeniería. *Revista de aprendizaje asistido por computadora*, 31(6), 606-622.
- Chen, CM y Wang, HM (2018). Metanálisis de aplicaciones de realidad aumentada en la educación K-12: efectos en los resultados del aprendizaje e implicaciones para la práctica educativa. *Revista de Tecnología Educativa y Sociedad*, 21(3), 58-76.
- Chu, HC, Hwang, GJ y Tsai, CC (2010). Un enfoque de ingeniería del conocimiento para desarrollar herramientas mentales para el aprendizaje ubicuo consciente del contexto. *Informática y Educación*, 54(1), 289-297.
- Chu, HC, Hwang, GJ, Tsai, CC y Tseng, JC (2010). Un enfoque de prueba de dos niveles para desarrollar sistemas de aprendizaje móvil con reconocimiento de ubicación para cursos de ciencias naturales. *Informática y Educación*, 55(4), 1616-1625.
- Dedé, C. (2009). Interfaces inmersivas para el compromiso y el aprendizaje. *Ciencia*, 323 (5910), 66-69.
- De Pablos, JM (Ed.). (2008). *Alfabetización Digital: Conceptos, Metodologías, Herramientas y Aplicaciones*. Referencia en Ciencias de la Información.
- Deng, J., Liao, Y. y Yang, J. (2019). RetinaFace: localización de rostros densos en una sola etapa en la naturaleza. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 43(3), 996-1009.

- Esperanza, C., Morgado, L., & Martins, P. (2019). Aplicaciones móviles de realidad aumentada en educación: una revisión sistemática de la literatura. *Ciencias de la Educación*, 9(4), 282.
- Esperanca, C., Barbosa, R., & Melo, C. (2020). Realidad aumentada en mantenimiento industrial: una revisión sistemática. *Revista de Fabricación Inteligente*, 31(4), 847-866.
- Fernández, C., Hernández, R. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación* (4ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Floridi, L. (Ed.). (2014). *La cuarta revolución: cómo la infoesfera está remodelando a los humanos*.
- García-Sánchez, M., & Martínez-Muñoz, G. (2020). Una revisión sistemática de la realidad aumentada en la educación: análisis de tendencias emergentes e implicaciones para el aprendizaje. *Revista de Tecnología Educativa y Sociedad*, 23(1), 1-22.
- Gao, S., Zhang, Z., Chen, X., Luo, Y. y Li, B. (2017). Un sistema de teleoperación basado en realidad aumentada para robótica. *Transacciones IEEE sobre electrónica industrial*, 65(7), 5602-5611.
- Gunkel, DJ (2017). *De la remixología: Ética y estética después del remix*. Prensa del MIT.
- Grudin, J. (1994). Trabajo cooperativo asistido por computadora: historia y enfoque. *Informática*, 27(5), 19-26.
- Haring, C., Rathke, B. y Ernst, H. (2017). Una revisión sistemática de la realidad aumentada en contextos educativos: del valor educativo a los campos de aplicación. En *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 243- 257). Saltador.
- Hartmann, T., Martín-Gorostiza, E., & Reiners, D. (2018). Hacia el seguimiento de objetos basado en el aprendizaje automático para la realidad aumentada en la educación. *Conferencia internacional IEEE de 2018 sobre computación inteligente (SMARTCOMP)*, 103-110.
- Hartson, HR y Hix, D. (1989). Interacción humano-computadora: desarrollos y perspectivas. *Encuestas de computación ACM (CSUR)*, 21(1), 1-39.
- Henderson, SJ y Feiner, SK (2009). Explorando los beneficios de la documentación de realidad aumentada para mantenimiento y reparación. *Actas del 8º Simposio Internacional IEEE sobre Realidad Mixta y Aumentada (ISMAR)*, 49-58.
- Henderson, SJ y Feiner, SK (2011). Evaluación de los beneficios de la realidad aumentada para la localización de tareas en el mantenimiento de una torreta blindada de transporte de personal. *Actas del Simposio Internacional IEEE 2011 sobre Realidad Mixta y Aumentada (ISMAR)*, 35-44.
- Herreros, A. (2009). Cognición distribuida, tecnologías digitales y aprendizaje. *Revista Educación a Distancia*, (22).  
Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/22/herreros.pdf>
- Herreros, R. (2009). Cognición distribuida. En E. Domínguez, JA Fernández Bravo & G. Giménez (Eds.), *Ciencia cognitiva y educación* (pp. 143-153). Ediciones Narcea.
- Huang, Z., Li, C., Yang, Y., Xiong, J. y Fang, C. (2018). Un sistema de realidad aumentada sin marcadores para la guía de ensamblaje de productos basado en la coincidencia eficiente de puntos clave. *Revista internacional de tecnología de fabricación avanzada*, 96 (9-12), 3655-3666.
- Huerta, A. (2016). Andamiaje computacional metacognitivo para mejorar las consultas por internet. (UP Nacional, Ed.) *Revista Educación*. Recuperado el 14 de noviembre de 2017

- Hwang, GJ y Chang, HF (2011). Un enfoque de aprendizaje móvil basado en la evaluación formativa para mejorar las actitudes de aprendizaje y los logros de los estudiantes. *Informática y Educación*, 56(4), 1023-1031.
- Jenkins, H. (2006). *Cultura de convergencia: donde chocan los viejos y los nuevos medios*. Prensa de la Universidad de Nueva York.
- Johnson, J. y Brown, L. (2019). Realidad aumentada en la fabricación electrónica. En *Actas del Simposio Internacional IEEE de 2019 sobre Realidad Mixta y Aumentada (ISMAR)* (págs. 1 y 2). IEEE.
- Johnson, J., Alahi, A. y Fei-Fei, L. (2016). Pérdidas de percepción para transferencia de estilo en tiempo real y superresolución. *Conferencia Europea sobre Visión por Computador (ECCV)*, 694-711.
- Kalkofen, D., Wagner, D. y Schmalstieg, D. (2007). Seguimiento de características naturales para realidad aumentada sin marcadores. En *Actas del 6º Simposio Internacional IEEE y ACM sobre Realidad Mixta y Aumentada (ISMAR) de 2007* (págs. 125-134). IEEE.
- Kemmis, S. (1988). Investigación Acción: La naturaleza del ciclo de investigación acción. En P. Reason (Ed.), *Handbook of Action Research: Participatory Inquiry and Practice* (págs. 9-27). Publicaciones de salvia.
- Kim, JH, Lim, KY, Hwang, Y., Lee, H. y Park, SY (2020). Realidad aumentada en educación y formación: una revisión sistemática. *Revista de Tecnología Educativa y Sociedad*, 23(3), 163-178.
- Klemke, R., Specht, M. y Ebner, M. (2017). Patrones de uso de grabación de conferencias en la educación superior: una revisión sistemática de la literatura. *Computadoras en el comportamiento humano*, 71, 81-97.
- Klopfen, E. y Squire, K. (2008). Detectives ambientales: el desarrollo de una plataforma de realidad aumentada para simulaciones ambientales. *Investigación y desarrollo de tecnología educativa*, 56(2), 203-228.
- Kress, G. y Pachler, N. (2007). *La alfabetización en la era de los nuevos medios*. Routledge.
- Krueger, RA (2002). Diseño y realización de entrevistas de grupos focales. En *Métodos de investigación cualitativos* (3ª ed., págs. 133-167). Publicaciones de salvia.
- Laina, I., Rupprecht, C. y Belagiannis, V. (2017). Predicción de mayor profundidad con redes residuales totalmente convolucionales. *Conferencia Internacional sobre Visión 3D (3DV)*, 239-248.
- Lerner, BM (1996). Creación de experiencias de aprendizaje: el papel de los "juegos de simulación" en el apoyo a los procesos de aprendizaje y comunicación. En BL Wilson, SW Peterson y LB Lerner (Eds.), *La simulación de la inteligencia humana* (pp. 245-273). Elsevier.
- Lerner, RM (1996). *Conceptos y Teorías del Desarrollo Humano* (3ra ed.). Asociados de Lawrence Erlbaum.
- Levy, P. (1997). *Inteligencia colectiva: el mundo emergente de la humanidad en el ciberespacio*. Libros básicos.
- Lee, J. y Kim, GJ (2020). Sistema de realidad aumentada basado en marcadores para la inspección de placas de circuitos electrónicos. *Ciencias Aplicadas*, 10(7), 2355.
- Li, X. y Lau, RY (2019). Una revisión de la realidad aumentada para la ingeniería: aplicaciones, desafíos y direcciones futuras. *Informática de ingeniería avanzada*, 42, 100953.
- Li, X., Cai, J. y Shi, Y. (2017). Diseño remoto colaborativo de sistemas industriales mediante realidad aumentada. *Robótica y fabricación integrada por computadora*, 45, 113-125.



- Liang, J., Liao, C. y Chen, C. (2016). Aceptación de la tecnología y eficacia del aprendizaje en el aprendizaje basado en juegos digitales. *Entornos de aprendizaje interactivo*, 24(8), 1882-1896.
- Liarokapis, F., White, M. y Lister, P. (2011). Investigar la efectividad de un sistema de navegación basado en realidad aumentada. *Informática y Educación*, 56(2), 312-321.
- Liu, CC, Lin, YC, Huang, YM y Chang, CY (2021). Desarrollo de un sistema dinámico de aprendizaje de geometría basado en realidad aumentada. *Revista internacional de aprendizaje y organización móvil*, 15(4), 371-386.
- Liu, TC, Lin, YC, Tsai, MJ y Paas, F. (2016). Efectos de atención dividida y redundancia en el aprendizaje móvil en entornos físicos. *Entornos de aprendizaje interactivo*, 24(8), 1815-1827.
- Maimone, A. y Fuchs, H. (2016). Una guía práctica para construir sistemas de realidad aumentada de medios cruzados precisos, confiables y escalables. *Conferencias de síntesis sobre gráficos y animación por computadora*, 7 (2), 1-168.
- Manovich, L. (2001). *El lenguaje de los nuevos medios*. Prensa del MIT.
- Grupo Manpower. (2015). Expectativas de trabajo para el primer trimestre. Recuperado: 29/02/2023: <https://manpowergroupcolombia.co/cases/expectativas-de-empleo-primer-trimestre-de-2015/> Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, MDM, & Mora, CE (2015). Realidad aumentada para promover el aprendizaje colaborativo y autónomo en la educación superior. *Computadoras en el comportamiento humano*, 51, 752-761.
- McLuhan, M. (1964). *Comprender los medios: las extensiones del hombre*. Routledge.
- McMillan, JH y Schumacher, S. (2001). *Investigación educativa: una introducción conceptual* (5ª ed.). Educación Pearson.
- Ministerio de Educación Nacional. (2002-2006). *Plan Sectorial de Educación*. Bogotá, DC: Hombres. Recuperado el 20 de Agosto de 2017
- Mercer, N. (1997). *La construcción guiada del conocimiento: Charla entre profesores y alumnos*. Asuntos multilingües.
- Milgram, P. y Kishino, F. (1994). Una taxonomía de pantallas visuales de realidad mixta. *IEICE Transacciones sobre Sistemas de Información*, 77(12), 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. y Kishino, F. (1994). Realidad aumentada: una clase de pantallas en el continuo realidad-virtualidad. En *Proceedings of Telem manipulator and Telepresence Technologies* (Vol. 2351, págs. 282-293). Sociedad Internacional de Óptica y Fotónica.
- Murillo, AC, Sánchez-López, JL y Contero, M. (2020). Mejora de la calibración de pantallas ópticas transparentes montadas en la cabeza mediante el aprendizaje automático. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(2), 1533-1543.
- Nassehi, A., Ghodous, P. y Hu, H. (2016). Realidad aumentada para la fabricación: una descripción general. *Revista de Sistemas de Manufactura*, 39, 130-141.
- Negroponte, N. (1995). *Ser digitales*. Libros antiguos.
- Pallavicini, F. y Serino, S. (2017). De avatares a asistentes virtuales: explorando la interacción entre las experiencias encarnadas, la autorrepresentación y la presencia social en la realidad virtual. En *Inmersos en los medios* (pp. 99-111). Saltador.
- Papagiannis, H. (2017). *Humano aumentado: cómo la tecnología está dando forma a la nueva realidad*. O'Reilly Media.

- Pettinati, M., De Paolis, LT y Mongelli, A. (2019). Mejorar los servicios de turismo inteligente a través de la realidad aumentada y la gamificación. *Revista de investigación de comercio electrónico teórico y aplicado*, 14(2), 1-15.
- Piscitelli, A. (Ed.). (2010). *Cultura, Educación y Nuevas Tecnologías: Hacia una Perspectiva Crítica*. Prensa de la Universidad de Harvard.
- Radu, I. (2014). Realidad aumentada en educación: una meta-revisión y análisis de medios cruzados. *Informática personal y ubicua*, 18(6), 1533-1543.
- Rheingold, H. (1991). *Realidad virtual*. Nueva York: Summit Books.
- Rogers, Y. y Ellis, J. (1996). Cognición distribuida: un marco alternativo para analizar y explicar el trabajo colaborativo. *Revista de Tecnología de la Información*, 11(2), 189-207.
- Ruiz, J., García, A. y Fuentes, JL (2006). *Aprendizaje social, afectividad y educación: Enseñar y aprender desde la diversidad*. Ediciones Narcea.
- Santiuste, V. (2004). *Constructivismo: Guía para la práctica educativa*. Ediciones Narcea
- Seichter, H. y Billinghamurst, M. (2010). AR Tennis: Un juego de tenis de realidad aumentada. En *Actas del 9º Simposio Internacional IEEE sobre Realidad Mixta y Aumentada (ISMAR) de 2010*, 191-192.
- Shang, L. y Lee, K. (2015). Mejora de la experiencia interactiva en juegos móviles de realidad aumentada a través del reconocimiento de marcadores. *Computadoras en el comportamiento humano*, 51, 132-139.
- Siarheyeva, A., Lombardi, D. y Di Veroli, C. (2019). Interacción humano-computadora en realidad aumentada:  
Reconocimiento de gestos vs reconocimiento de voz. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 49(6), 551-561.
- Simeone, A., Pisan, Y. y Strohmeier, P. (2019). Entornos de realidad mixta como ciudades híbridas. En *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2ª ed., págs. 570-587). Prensa de la Universidad de Cambridge.
- Schuemie, MJ, Van Der Straaten, P., Krijn, M. y Van Der Mast, CA (2001). Investigación sobre presencia en realidad virtual: una encuesta. *Ciberpsicología y comportamiento*, 4(2), 183-201.
- Squire, K. y Klopfer, E. (2007). Simulaciones de realidad aumentada en computadoras de mano. *Revista de Ciencias del Aprendizaje*, 16(3), 371-413.
- Smith, G., Güth, S., Vázquez, A., & Kuijper, A. (2018). Realidad aumentada en ingeniería electrónica: una encuesta. *Informática e ingeniería eléctrica*, 70, 725-744.
- Sodhi, R. y Nguyen, K. (2020). Realidad aumentada y realidad virtual en automatización industrial. *Revista internacional de tecnología de fabricación avanzada*, 108 (5-6), 1645-1660.
- Song, Y. y Xie, X. (2019). Realidad aumentada basada en aprendizaje profundo para reconocimiento y seguimiento de objetos. *Revista de Comunicación Visual y Representación de la Imagen*, 61 ,.
- Tang, Y., Zhou, Z., Wang, X. y Chen, J. (2021). Reconocimiento de objetos sin marcadores y estimación de poses en realidad aumentada. *Procesamiento de señales: comunicación de imágenes*, 97, 116299.
- Ternier, S., Klemke, R. y Kalz, M. (2019). Realidad aumentada móvil para el aprendizaje contextualizado: una revisión sistemática. *Informática y Educación*, 138, 53-70.
- Tönnis, M. y Rauschnabel, PA (2018). Marketing de realidad aumentada: cómo las aplicaciones AR móviles pueden mejorar las marcas a través de la inspiración. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 41, 202-.

- Tsai, CW y Lin, CY (2017). Una revisión y evaluación de aplicaciones de aprendizaje de realidad aumentada para estudiantes de primaria. *Tecnología Educativa y Sociedad*, 20(2), 110-122.
- van Krevelen, DWF y Poelman, R. (2010). Un estudio de las tecnologías, aplicaciones y limitaciones de la realidad aumentada. *Revista Internacional de Realidad Virtual*, 9(2), 1-20.
- Wang, Y. y Dunston, PS (2017). Realidad aumentada: una herramienta prometedora para la educación. En *Actas de la Conferencia de Educación STEM Integrada (ISEC) del IEEE de 2017*, 1-7.
- Wang, P. (2019). Un metanálisis de los efectos de la realidad aumentada en el rendimiento de aprendizaje de los estudiantes. *Revista de Psicología Educativa*, 31(3), 651-677.
- Wang, SK, Hsiao, HC y Chen, YL (2020). Una revisión de la investigación sobre la realidad aumentada móvil en la educación: aplicaciones y tendencias futuras. *Revista de Tecnología Educativa y Sociedad*, 23(2), 133-149.
- Willis, J. y Lloyd, M. (2010). Mejorar el aprendizaje y la enseñanza con tecnología: lo que dice la investigación. *Revista británica de tecnología educativa*, 41(2), 273-276.
- Wu, HY, Chen, CW y Shu, LY (2015). Un sistema de aprendizaje basado en realidad aumentada para la educación anatómica. *Revista de Sistemas Médicos*, 39(11), 1-10.
- Wu, HK, Lee, SWY, Chang, HY y Liang, JC (2013). Estado actual, oportunidades y desafíos de la realidad aumentada en la educación. *Informática y Educación*, 62, 41-49.
- Wu, H., Lee, S., Chang, H. y Liang, J. (2013). Estado actual, oportunidades y desafíos de la realidad aumentada en la educación. *Informática y Educación*, 62, 41-49.
- Yang, E., Hwang, GJ y Yang, YTC (2018). Un enfoque de realidad aumentada móvil para mejorar las habilidades de identificación y clasificación de niños con discapacidades de aprendizaje en actividades de investigación científica. *Entornos de aprendizaje interactivo*, 26(5), 648-664.
- Yin, RK (s.f). *Case Study Research: Design and Methods*. Fourth Edition. 1-20.
- Yin, Z., Fang, Z., Lin, J. y Yang, Y. (2021). Los efectos de la realidad aumentada en la educación ambiental de los estudiantes: un metanálisis. *Investigación y desarrollo de tecnología educativa*, 69(2), 647-674.
- Yuen, SC y Yaoyuneyong, G. (2017). Realidad aumentada en educación: una revisión de la investigación. *Revista de Tecnología Educativa y Sociedad*, 20(2), 85-102.
- Yun, YJ y Lee, YJ (2018). Una revisión sistemática de estudios empíricos sobre realidad aumentada en entornos educativos. *Revista de Tecnología Educativa y Sociedad*, 21(2), 222-236.
- Zakaria, E., Sulaiman, F., Shahbodin, F. y Azizan, SA (2019). Aplicaciones de la realidad aumentada en el aprendizaje de las ciencias: una revisión sistemática y un metanálisis. *Entornos de aprendizaje interactivo*, 27(7), 929-944.
- Zhang, K., Chen, L., Yang, W., Xiong, F. y Jiang, W. (2021). Un sistema de realidad aumentada sin marcadores para la visualización de datos en tiempo real en entornos industriales. *Acceso IEEE*, 9, 52163-52175.
- Zhang, X., Wang, S., Yang, J., Liu, Z. y Liu, X. (2020). Investigación sobre la aplicación de la realidad aumentada en la educación STEM. *Entornos de aprendizaje interactivo*, 1-15.
- Zunzunegui, S. (2009). *Piensa en la imagen*. Silla.
- Zida, M. (2005). Desde la simulación visual hasta la realidad virtual y los juegos. *Computadora IEEE*, 38(9), 25-32.

**Anexo Adicional 1:** Formulario de participación de las personas wayuu

Estimados Participantes.

En este semestre se realizarán las pruebas piloto para mi investigación titulada “Método visual para el entrenamiento de competencias laborales”, correspondiente al Doctorado en Ciencia Aplicada de la Universidad Antonio Nariño, por tanto, necesitaré de su colaboración y consentimiento para la realización de las actividades inherentes a mi investigación.

El proyecto tiene como propósito examinar las competencias laborales de los aprendices a partir de un curso de carpintería básica por medio de una plataforma móvil. Me interesa examinar la incidencia de mi propuesta con el método visual, es decir, la capacidad para lograr una enseñanza de un oficio teniendo en cuenta el inventario de herramientas y sus funciones y el inventario de materiales y sus usos, utilizando tecnologías emergentes como son las gafas de Realidad Aumentada. También pretendo examinar el nivel cognitivo de los aprendices después del curso y la validación de la eficiencia de la herramienta.

Para el cumplimiento de estas metas recogeré datos por medio de observaciones recopiladas con grabaciones en audio, video y fotografías de las pruebas. También examinaré los resultados de cuestionarios para su respectivo análisis, programaré una entrevista con un grupo de 5 participantes. Con esta información quiero validar en primera instancia mi propuesta para mejorar la calidad del método visual con el uso de la tecnología de Realidad Aumentada y contribuir al mejoramiento del desempeño laboral del oficio de carpintería en la comunidad.

La participación en este proyecto es de carácter voluntario, si usted desiste entenderé su posición y la respetaré, a los participantes que acepten se les garantizará:

1. La protección de su identidad con nombres ficticios.
2. Estricta confidencialidad.
3. Podrá verificar las entrevistas si usted desea.
4. Se tiene alguna duda o pregunta se le atenderá con anticipación.

Agradezco su autorización para ser partícipe en este proyecto.

Atentamente,

Gonzalo Alfonso Beltrán Alvarado  
 Facultad de Ingeniería  
 Profesor Asociado  
 Universidad de La Guajira

ACEPTO: Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_