



IBEROAMERICANA
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA

[2019]

Propuesta exploratoria para la identificación de la compatibilidad funcional de modelos de capacidades productivas dinámicas en procesos de manufactura, soportados por Realidad aumentada.

Juan Leandro Mora León

Docente investigador
(Ing. Industrial)

**Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Corporación Universitaria
Iberoamericana**



Título

Propuesta exploratoria para la identificación de la compatibilidad funcional de modelos de capacidades productivas dinámicas en procesos de manufactura, soportados por realidad aumentada.

Exploratory proposal for the identification of the functional compatibility of models of dynamic productive capacities in manufacturing processes, supported by augmented reality

Nombre Autor/es

Juan Leandro Mora León
Investigador principal

Nombre Coautores

Oswaldo Alberto Romero Villalobos
Coinvestigador

18/12/2019

Agradecimientos

A la Corporación Universitaria Iberoamericana, a su Dirección de investigación y a la Facultad de Ingeniería.

Resumen

La propuesta investigativa abordada presenta como bases principales de investigación, el reconocimiento exploratorio de la compatibilidad técnica y funcional (requerimientos y especificaciones tecnológicas) para la aplicación en técnicas cuantitativas en modelos de optimización, soportadas en Realidad aumentada en procesos productivos industriales.

Lo anterior plantea la investigación de factores que reconozcan la evolución de la ejecución y visibilización de modelos de optimización y su función teórica, presentando elementos que permitan su mejoramiento en los resultados prácticos como la visualización, comprensión y ejecución de la toma de decisiones para la mejora y flexibilidad productiva bajo herramientas tecnológicas de última generación, como hoy en día se ven en otros campos en industrias como: la militar, la medicina, marketing, lúdica, arqueología y pedagogía.

La presente investigación busca establecer la viabilidad de la representación de modelos de optimización, soportado en la herramienta de tecnología 4.0 denominada como Realidad aumentada, estableciendo un posible factor para la generación de competitividad industrial.

Palabras Clave: Modelos cuantitativos de optimización, Realidad aumentada, Algoritmia, Industria 4.0, Procesos industriales, Ingeniería Industrial, Optimización, Producción.

Abstract

The research proposal addressed presents as main research bases, the exploratory recognition of technical and functional compatibility (technological requirements and specifications) for the application in quantitative techniques in optimization models, supported in Augmented Reality in industrial production processes.

The above raises the investigation of factors that recognize the evolution of the execution and visibility of optimization models and their theoretical function, presenting elements that allow their improvement in practical results such as visualization, compression and execution of decision-making for improvement and productive flexibility under the latest technological tools, as they are seen in other fields in industries such as the military, medicine, marketing, entertainment, archeology and pedagogy.

This research seeks to establish the viability of the representation of optimization models, supported by the 4.0 technology tool called Augmented Reality, establishing a possible factor for the generation of industrial competitiveness.

Key Words: Quantitative optimization models, Augmented Reality, Algorithmics, Industry 4.0, Industrial processes, Industrial Engineering, Optimization, Production.

Tabla de Contenido

(Incluir números de página inicial)

Introducción.....	11
Problema de investigación.....	12
Planteamiento del problema.....	12
Formulación del problema	15
Sistematización del problema	15
Objetivos.....	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	16
Justificación	16
Capítulo 1 – Fundamentación conceptual y teórica.....	17
Marco de referencia.....	17
Marco teórico	17
Estado del arte.....	28
Capítulo 2 - Aplicación y Desarrollo	34
2.1 Tipo y Diseño de Investigación	34
2.2 Población o entidades participantes	35
2.3 Definición de Variables o Categorías.....	37
Hipótesis principal	37
Variables principales	37
2.4 Procedimiento e Instrumentos	38
2.5 Alcances y limitaciones.....	41
Capítulo 3 - Resultados	43
Caracterización sobre la herramienta tecnológica realidad aumentada	49
Características de base de la Realidad aumentada.....	49
Usos de la realidad aumentada.....	57
Caracterización base de la algoritmia	68
El estado actual del uso de los algoritmos	75
Recolección de información sobre prácticas e innovación sobre Realidad aumentada	84

Capítulo 4 - Discusión	85
Estructuración de propuesta metodológica para la construcción aplicada de modelos cuantitativos de producción bajo programación y modelado de un sistema de estudio soportado en realidad aumentada	87
Estructura de datos	87
Capítulo 5 - Conclusiones	89
5.1 Cumplimiento de objetivos y aportes a líneas de investigación de grupo	90
5.2 Producción asociada al proyecto	91
5.3 Líneas de trabajo futuras	91
Anexos	92
Referencias	93

Índice de Tablas

Tabla 1. Población y entidades participantes.	36
Tabla 2. Instrumentos para validación metodológica.	38
Tabla 3. Metodología estratégica de búsqueda documental	43
Tabla 4. Matriz documental Realidad Aumentada	44
Tabla 5. Matriz documental Algoritmia	68

Índice de Figuras

Ilustración 1. Pasos para realizar Realidad Aumentada.	51
Ilustración 2. Métodos: a) Combinación de visión con objetos.....	53
Ilustración 3. Brügge, Bernd, MacWilliams, Asa y Reicher,.....	54
Ilustración 4. matriz de caracterización de usos de aplicaciones industriales bajos realidad aumentada parte 1.....	55
Ilustración 5. Tipos de algoritmos.....	73
Ilustración 6. Metodología de acoplamiento.....	76
Ilustración 7. Matriz de caracterización de y evaluación de requerimientos algorítmicos	83

Índice de Anexos

- A. Matrices desarrolladas en la ejecución del proyecto investigativo
- B. Apéndice B Entrevista Ing. Julián Alfonso Trisancho Ortiz Ph.D. Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- C. Apéndice C Entrevista Ingeniero Julio Cortes, Corporación Universitaria Minuto de Dios
- D. Apéndice D Entrevista al Ingeniero Oswaldo Villalobos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- E. Apéndice E Entrevista a Ingeniero Carlos Pinzón.

Introducción

En la actualidad la permanencia y desarrollo de las compañías manufactureras están sujetos a sus estrategias de adaptabilidad y flexibilidad sometidas a los factores asociados a la demanda del mercado e innovación tecnológica del medio en el cual se desenvuelven. Los niveles de exigibilidad frente al aumento de la productividad asociados a sus sistemas de información, la optimización de los recursos y la flexibilidad de sus capacidades productivas, así como el control, análisis, planeación y programación de las mismas, constituyen una necesidad primordial para las empresas en la actualidad.

La utilización de herramientas cuantitativas y modelos de optimización permiten el mejoramiento de los procesos industriales y a su vez la toma de decisiones asociadas a la identificación y solución de problemas productivos. Estos problemas en la actualidad exigen manejos innovadores que integren herramientas tecnológicas que involucren la utilización de técnicas para el mejoramiento operativo y que permitan la dinamización y visibilización en tiempo real de las opciones de mejora y a su vez establezcan una toma de decisiones bajo resultados más reales, para la estructuración de planes estratégicos que ataquen las problemáticas asociadas a las limitantes de sus procesos y el aprovechamiento de las capacidades productivas.

Las industrias manufactureras en la actualidad son medidas por factores principales como competitividad, capacidad y rapidez para enfrentar el cambio, en esta coyuntura se hace relevante el factor de la conectividad y la adaptabilidad al uso de herramientas tecnológicas denominadas como “industria inteligente” o industria 4.0. Estas herramientas para los sectores industriales son parámetros y ejes determinados como fuente de idoneidad en el mejoramiento de sus procesos y a su vez en sus productos.

Es por eso que, y entendiendo estas necesidades esta investigación prioriza el estudio de la viabilidad técnica del soporte de la Realidad aumentada para la presentación del modelo de la ampliación de capacidades, estableciendo el estudio y búsqueda de los medios funcionales tecnológicos que presenten un paso evolutivo de las herramientas actualmente usadas como el modelamiento y simulación de procesos, entre otros.

Desde una perspectiva introductoria la iniciativa investigativa abordada presenta como base principal de búsqueda científica, el reconocimiento exploratorio de la compatibilidad técnica (requerimientos y especificaciones) de la Realidad aumentada, haciendo énfasis

en el estudio de los medios por los cuales se construye y desarrolla, dentro de los que se advierten en primera instancia: software, imágenes o cualquier elemento visual, espacios y requerimientos técnicos. Lo anterior para ser contrastado evaluativamente frente a los requerimientos de la algoritmia y programación del modelo de ampliación de las capacidades, lo cuales posibiliten nuevos medios evolutivos de las herramientas de simulación actuales y que a su vez permitan el aprovechamiento de técnicas cuantitativas de optimización direccionadas a los procesos de manufactura.

Problema de investigación

Planteamiento del problema

La contextualización para el planteamiento problémico del proyecto de investigación, presenta tres bases de presentación fundamentales, la primera de orden introductorio que se estima pertinente como es el desarrollo y evolución de las industrias productivas en Colombia, una segunda establecida como el avance de las ingenierías por medio de la investigación desde las tecnologías y medios de última generación y la ultima de mayor especificidad como la baja aplicación de la Realidad aumentada como soporte de metodologías asociadas a las técnicas y modelos de visualización de modelos de optimización.

Para el caso colombiano se puede decir que el país aún no consolida una aplicación de tecnologías en los procesos de sus industrias, un proceso igual al que se evidencia en América latina y los países de la región *“En la mayor parte de los mismos, se puso en práctica la política de sustitución de importaciones y fomento a la industria nacional sugerida por la CEPAL en 1950”* (Lopez, 2010), pero esto fue desmontado gradualmente por la mayoría de países, argumentado por mercados internos limitados y un sesgo antiexportador. Debido a esto se implantaron modelos liberales que dieron vía libre a un modelo de apertura económica, para el caso colombiano a partir del año 1992. Desde ese momento Colombia inicio un proceso de internacionalización de su consumo bajo preceptos como el que era necesario integrarse al comercio mundial para alcanzar un mayor crecimiento económico (Garay, 1998), lo cual por el contrario causo la

desindustrialización del país y el retraso y estancamiento de la diversificación y transformación productiva.

Sin lugar a dudas una de las variables estratégicas que permiten el establecimiento de sistemas productivos eficientes y competitivos es la inclusión de tecnologías que permitan el incremento de todos los conjuntos de conocimientos aplicables a la producción de bienes y servicios. En Colombia la aceleración del cambio tecnológico ha sido relativamente lento en diversos campos como las telecomunicaciones, nuevos materiales, bioingeniería, entre otros. El impacto más grande se identifica en los procesos de producción de bienes y servicios, lo que presenta menores niveles de productividad en líneas de ensamble y en un sin número de operaciones frente a la mano de obra, es decir en todos los procesos de producción susceptibles de sistematizar. Dentro de las causas que se estiman profundizan la situación anterior se encuentra la baja inversión por parte de los entes privados siendo esta menor a un dólar, mientras que en Estados Unidos la proporción es de 2,5 dólares y en Japón y Corea es de al menos 4,4 dólares (UNESCO, 2015). Por lo cual se presenta un estancamiento de las patentes en toda la región de América latina.

Dentro de los factores para que la industria colombiana presente este comportamiento de bajos índices de investigación aplicada en procesos productivos que ofrezcan soluciones innovadoras a las problemáticas asociadas a sus sistemas productivos (Poveda, 2009).

Esta baja producción investigativa direccionada a la innovación tecnológica de los medios productivos, en la mayoría de casos no estima el uso y/o aplicación de modelos de optimización como herramientas que soporten técnicas de análisis, programación y control de las capacidades productivas industriales, los cuales permitirían ambientes productivos dinámicos soportados por medios tecnológicos de última generación. Debido a esto se hace relevante formular e instar a la creación, desarrollo y aplicación de nuevos modos de producción que incluyan factores de innovación tecnológica en las industrias, desde iniciativas investigativas que permitan una transformación productiva. Lo anterior

debe ser traducido y entendido como que, aunque la ciencia no es lo mismo que competitividad, si es un factor para que los niveles de la segunda se incrementen.

El abordaje de los antecedentes del problema hace énfasis de igual manera en el papel de la Ingeniería industrial como la rama de las ingenierías encargada de la efectividad en los procesos de producción y el rezago estimado en la investigación aplicada y direccionada a los nuevos campos que ofrece las tecnologías denominadas de cuarta generación y que se han empleadas en la innovación de los procesos de producción. Lo anterior plantea nuevos retos para elevar los niveles de tecnificación de las industrias y sus medios de producción, lo que se entiende como una reconversión industrial, lo que conlleva en la modernización para la interacción de conceptos teóricos que puedan ser soportados por herramientas tecnológicas que permitan mejores resultados y una toma de decisión más rápida y eficiente. Esta revolución industrial permite la reorganización de los medios productivos por medio de la digitalización de la industria, ofreciendo componentes interconectados en donde es posible el acceso y la detección de su comportamiento en tiempo real.

Bajo esta perspectiva en la actualidad se utilizan herramientas tecnológicas como la simulación y modelamiento de procesos industriales que integran problemáticas con componentes aleatorios y de probabilidad, los cuales son utilizados y enfocados para la solución de situaciones determinísticas y estocásticas. Lo anterior presenta sus bases algorítmicas y de programación en modelos matemáticos y estadísticos que permiten modelar sistemas productivos. La presente investigación se fundamenta en la búsqueda de factores de compatibilidad que permitan la presentación la digitalización y la presentación en un entorno virtual de un modelo de optimización en este caso el modelo de ampliación de capacidades productivas (Kalenatic, 2001), soportado por Realidad aumentada.

Para el caso en estudio no se encuentran referencias exactas sobre la utilización de la realidad aumentada en la representación virtual de un modelo de optimización, desde perspectivas teóricas y/o prácticas. Los acercamientos que se encontraron de la Realidad aumentada a la industria están presentados en desarrollos aplicados a la optimización de diseños, entrenamiento y formación de operarios, mantenimiento de plantas, mejoramientos de procesos y prototipado industrial.

La problemática específica en que se fundamenta la investigación es establecer si la herramienta de la Realidad virtual puede representar el modelo de ampliación de las capacidades junto a la algoritmia del modelo matemático que lo soporta.

Formulación del problema

Teniendo en cuenta lo anterior se plantea la pregunta problémica de investigación:

¿Es posible la representación y visualización inmersiva de modelos de optimización soportado por la herramienta de realidad aumentada, estableciendo la compatibilidad funcional de las características técnicas y tecnológicas de la herramienta vs la algoritmia bajo la que se propone el modelo?

Sistematización del problema

Teniendo en cuenta lo presentado anteriormente se propone la exploración de la compatibilidad funcional, de soporte y desarrollo de la herramienta realidad aumentada frente a los requerimientos de capacidad algorítmica del modelo de optimización, buscando un medio de representación de mejoramiento de factores productivos.

La sistematización de la propuesta investigativa propuesta tiene como base de referencia los objetivos específicos planteados en orden escalar, los cuales aunados a la estructura metodológica propuesta plantean los siguientes objetivos y los cuales establecen las debidas acciones para su consecución.

Objetivos

A continuación, se realizará la presentación de los objetivos de la propuesta investigativa a desarrollar:

Objetivo General

Representar el modelo de ampliación de la capacidad productiva bajo el soporte de la realidad aumentada, estableciendo los factores de compatibilidad funcional técnica y tecnológica versus la algoritmia en que se basa el modelo.

Objetivos Específicos

Determinar los requerimientos algorítmicos y matemáticos en se fundamenta el modelo de ampliación de las capacidades productivas, frente a las características de la herramienta de soporte inmersivo de Realidad aumentada.

Identificar factores funcionales compatibles y no compatibles para la visualización y representación del modelo de la ampliación de capacidades dinámicas para la construcción del concepto relevante de interacción.

Determinar un entorno específico de prueba que represente las dimensiones, especificaciones, representación y perspectiva de aplicación experimental del modelo de ampliación de capacidades productivas en un proceso productivo.

Justificación

La pertinencia de la propuesta investigativa presentada se fundamenta en el desarrollo y aplicación de tecnologías denominadas como de la cuarta revolución, en este caso específico la utilización de la Realidad aumentada como medio de soporte y representación de un modelo de optimización, lo cual permitirá establecer factores de mejoramiento y apoyo a técnicas propuesta desde la Ingeniería industrial, lo cual se estima como un paso para propuestas a futuro más robustas aplicadas a diferentes industrias con diferentes enfoques.

Para el caso en estudio se considera que la inclusión de que estos medios de representación provocaran cambios a una profundidad en la utilidad de herramientas y técnicas de optimización, así como la aplicación y uso de las mismas. El direccionamiento de la propuesta de investigación permitirá un espectro más amplio frente a la flexibilidad, de los medios productivos y la información resultante en tiempo real asociada a la toma de decisiones, eliminación de intermediarios en el proceso, reducción de errores, optimización en los tiempos de programación de maquinaria, optimización de recursos, aumento de la flexibilidad operacional en el diseño de productos, eliminación de procesos manuales.

Se estima que bajo este tipo de tecnologías se obtengan saltos cualitativos muy importantes hasta ahora no estimados por la diversificación de usos tecnológicos y las aplicaciones en diversos campos. En resumen, la investigación propuesta presenta la relevancia en las necesidades de los sistemas de producción frente a los factores de conectividad y la adaptabilidad al uso de herramientas tecnológicas denominadas como “industria inteligente” o industria 4.0 y las técnicas de optimización utilizadas para el mejoramiento y visualización de los sistemas de producción.

Capítulo 1 – Fundamentación conceptual y teórica

Marco de referencia

El siguiente marco teórico presenta aspectos que permiten ubicar el tema objeto de la presente investigación dentro del conjunto de las teorías existentes, con el propósito de precisar el enfoque bajo el cual se propone. De igual manera presenta los elementos de la teoría que serán directamente utilizados en el desarrollo de la investigación.

Marco teórico

Sistemas productivos

La definición de un sistema, puede ser considerado como un conjunto de partes en integración y/o sinergia, dinámicamente relacionados para alcanzar un conjunto de objetivos definidos, operando sobre datos, energía, materia entre otros. Desde un punto de vista histórico (Quijano, 2009) propone sobre conceptos de la evolución teórica de los sistemas:

- La teoría de la administración científica usó el concepto de sistema hombre-máquina
- La teoría de las relaciones humanas amplió el enfoque hombre-máquina a las relaciones entre las personas dentro de la organización.
- La teoría estructuralista concibe la empresa como un sistema social
- La teoría del comportamiento trajo la teoría de la decisión

- Después de la segunda guerra mundial, a través de la teoría matemática se aplicó la investigación operacional
- La teoría de colas fue profundizada y se formularon modelos para situaciones típicas de prestación de servicios

En cuanto a los tipos de sistemas dispuestos existen muchas clasificaciones, dentro de las que se encuentran las siguientes clasificaciones, determinándolas como básicas para el estudio. Por su constitución se pueden establecer los físicos o abstractos, desde su naturaleza se distinguen los cerrados o abiertos.

Para hacer introducción en un campo más específico de los sistemas que acomete las necesidades y alcances de la propuesta investigativa abordada se hace necesaria, afrontar el concepto de producción desde la comprensión de un sistema que está comprendido por actividades acometidas por medios o recursos productivos estratégicamente seleccionados, encaminados para dar valor de transformación de uno o varios productos (Cuatrecasas, 2012). Teniendo clara la definición de sistema y producción, entendidos desde sus funciones productivas se realiza la presentación suficiente de los sistemas de producción industrial, que según su aprovechamiento y el escalamiento de las operaciones que los comprenden, entre los que se encuentran: por trabajo, por lotes, en masa y en flujo continuo (EAE Business school, 2017).

La modalidad del sistema de producción por trabajo también conocida como producción bajo pedido, concentra todos los factores en la producción de un solo producto, en este se requiere el uso intensivo de la mano de obra combinados con medios mecánicos, donde se obtienen resultados diferentes en cada oportunidad.

El segundo tipo dedica sus factores a la producción de un número establecido de productos idénticos, en este tipo se disminuye la intensidad de la mano de obra requiriendo más interacción de la maquinaria, aporta un gran factor de optimización, pero requiere grandes esfuerzos para la alineación de sus medios productivos.

Los sistemas de producción en masa usan líneas de producción por la alta demanda de sus productos, refiere al uso de tareas y medios automatizados, por último, la producción en flujo continuo presenta un ambiente donde al igual que el anterior se producen miles de artículos con el único cambio de que mantienen su funcionamiento 24

horas al día durante siete días a la semana. Cada uno de los procesos nombrados responden a tres variables transversales como lo son: el coste, el plazo y la calidad.

Modelos de capacidades productivas

Para la presentación teórica del concepto de capacidad productiva asociada a los sistemas de producción se establece la determinación de nociones amplias que sean consecuentes con el alcance de la presente investigación y su intensión. El primero de estos conceptos es el de la planeación y control de la producción que, aunque se advierten como dos cada uno es complementario del otro. Son conceptos propios de la administración de la producción y son dados bajo la complejidad que ofrecen.

Desde los padres de la administración como los son Taylor y Fayol y sus trabajos encaminados al establecimiento del análisis orientado de las operaciones, las funciones principales recaen en la medición y establecimiento de metas principales del manejo de las partes del proceso (entradas – salidas), las variables resultantes son determinadas como desviaciones, entonces la orientación principal es la de “la Administración de las desviaciones, al mismo tiempo que las metas son conscientes de la organización” (Sipper & Bulfin, 1998).

Dentro de la gestión de producción se estima el control de la producción como la supervisión del comportamiento de los costos, las existencias de materias primas, productos terminados y en proceso, proveedores, mano de obra y máquina y los índices de control relevantes (Pérez, 2009).

Modelos de inventarios

Dentro de los conceptos estratégicos de la investigación se determinan los modelos de inventarios, los cuales son vitales para la evaluación de todo proceso productivo desde cualquiera de sus alcances y funcionalidad. La gran variabilidad de los mismos implica consideraciones para establecerlos bajo modelos. La clasificación de los mismos según (Gallagher & Watson, 1982):

- Orden repetitiva, demanda independiente

- Una sola orden, demanda independiente
- Orden repetitiva, demanda dependiente

Aunque existen otras formas de clasificación que puede ser determinadas por la secuencia completa de operaciones, bajo este método se puede distinguir, los inventarios para: el abastecimiento, materiales en proceso y bienes terminados (Bernabe & Hilda , 2009).

La investigación de operaciones

Entendiendo la Ingeniería industrial como la rama de las ingenierías que se encarga de “la optimización, de la productividad, de la calidad. La cual abarca el diseño la mejora y la instalación de sistemas integrados de hombre, materiales y equipos” (González & Villamil , 2013). Desde esta perspectiva y atendiendo los conocimientos especializados y dominio de las ciencias matemáticas unidos a los principios de los métodos y los análisis de ingeniería se puede predecir, establecer y evaluar los resultados de los sistemas productivos.

Atendiendo el avance de la Ingeniería industrial, para (González & Villamil , 2013) se observan logros en:

- La toma de decisiones con base en los modelos matemáticos
- Los sistemas y métodos para la localización y el diseño de instalaciones
- La optimización de los medios productivos
- Mejoramiento de sistemas productivos

El manejo de los sistemas productivos se desprenden un concepto amplio para la determinación y estudio de los mismos, desde la administración de los factores de producción atendiendo factores estratégicos, la dirección de operaciones se ocupa de los direccionamientos para la producción de bienes y servicios ofertados a los mercados (Carro & González, 2014).

La búsqueda de la solución de problemas de los sistemas productivos por medio de la generalización de un problema matemático y la formulación del mismo, la solución del problema y la validación de un modelo (Martínez, Vértiz , López , Jiménez , & Moncayo, 2014) y los modelos exhaustivos y el simplista (Ramos , 2017).

Este tipo de soluciones busca la representación de herramientas, por medio de esquemas matemáticos bajos parámetros generalmente económicos de evaluación con cierto de grado complejidad. Esta teoría de la toma de decisiones bajo comportamientos matemáticos. Los modelos matemáticos buscan representar los factores relacionales que intervienen en la realidad, desde su generalidad está compuesto por ecuaciones y/o desigualdades algebraicas y sus elementos, lo anterior según (Martínez, Vértiz , López , Jiménez , & Moncayo, 2014) los elementos que lo componen son:

- Variables
- Constantes
- Coeficientes
- Operadores

Y su representación se establece bajo restricciones, función objetivo y otros parámetros procedentes.

Dentro de los modelos, se encuentran algunos denominados como matemáticos clásicos y se determinan como:

- Problemas de mezcla de productos
- Problemas de planificación de procesos productivos
- Problemas con la planeación de la producción con programación de la fuerza de trabajo

Problemas con características adicionales:

- Problemas financieros
- Problemas de transporte
- Problemas de asignación de recursos

Para la solución de los diferentes problemas encontrados se estima como metodología general (Gallagher & Watson, 1982) la recolección de datos, la definición de alternativas, evaluación de alternativas, la evaluación de alternativas de solución, selección de alternativas y la toma de decisiones para la puesta en práctica.

De lo anterior no existe una garantía presupuestada cuantitativamente que ofrezca una solución a todos los problemas en la realidad. Debido a esto se presentan herramientas para el uso empresarial que tienen como objetivo la búsqueda racional de soluciones que optimicen la utilidad o costo del ejercicio productivo, es aquí donde radica la importancia

de los métodos cuantitativos que están basados en el conocimiento y aplicación técnicas matemáticas sofisticadas.

La optimización como objetivo principal de los modelos cuantitativos basado en esquemas teóricos de una realidad han encontrado rivalidades de enfoques clásicos y metaheurística, (Guerrero, 2009) propone dentro los métodos clásicos, los cuales garantizan un óptimo numérico y permiten un elevado número de restricciones:

- Programación lineal
- Programación lineal entera mixta
- Programación cuadrática
- Programación no lineal
- Optimización estocástica
- Programación dinámica
- Teoría de grafos u optimización de redes

Y dentro de los métodos metaheurísticos (inteligencia artificial) (Ramos , 2017), no garantizan la obtención del óptimo, no permiten un elevado número de restricciones, exploran un gran número de soluciones en corto tiempo y son aplicado principalmente problemas combinatoriales:

- Algoritmos evolutivos
- Templado simulado
- Sistemas multiagente

Modelamiento y simulación

El diseño de modelos de simulación, requiere combinaciones de razonamiento lógico, uso matemático, conocimientos en programación y un amplio sentido común creativo. Los orígenes de la simulación se pueden establecer durante la segunda guerra mundial por dos matemáticos J.V Neumann y S.U Lam los cuales establecieron investigaciones sobre el comportamiento de los neutrones por medio del análisis de Montecarlo definido como una herramienta para hallar “Solución de un problema matemático no

probabilístico, mediante la simulación de un proceso estocástico que satisface las relaciones matemáticas del problema” (García A. , 1998).

La simulación se puede definir como “un método para acercarse a la realidad. Su utilidad es múltiple en especial para los propósitos educacionales, de capacitación y de investigación” (Bolton, 1971). Por otra parte, Shubik presenta una definición más popular establecida como definición de simulación como “un sistema (o un organismo) es la operación de un modelo (simulador), el cual es una representación del sistema”. Este modelo puede sujetarse a manipulaciones que serían imposibles de realizar, demasiado costosas o imprácticas. La operación de un modelo puede estudiarse y con ello, inferirse las propiedades concernientes al comportamiento del sistema o subsistema real”.

El concepto de simulación toma fuerza en los años 50 donde su interés y aplicación se centraba en aplicaciones de interés militar, trayectoria de satélites, guía de misiles, entre otras. Estos problemas exigieron la utilización de ecuaciones diferenciales no lineales lo que introdujo el uso de ordenadores analógicos. Hacia los años 80 se dan a conocer en el mercado programas enfocados en la simulación continua.

Estos modelos de acontecimientos discretos establecen una redefinición del concepto de modelo, desde algunas definiciones simples “una representación simplificada de la realidad en la aparecen algunas de sus propiedades” (Joly, 1988), pasando por otros autores que direccionan los modelos como herramientas para la predicción de las propiedades expuestas por el objeto real o sistema, según (Ríos, 1995) se define como “un objeto, concepto o conjunto de relaciones que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica”. La simulación direccionalmente hacia el modelamiento se establece como una técnica que establece la construcción de un modelo, aunada a eventos reales bajo experimentación de sus variables.

La utilidad de un buen modelo frente a la calidad de la búsqueda de una relación simétrica frente a la realidad, está condicionada por la efectividad de la escogencia de los factores relevantes del problema en estudio y la interrelación de los mismos que son evaluadas de manera experimental. Una clasificación interesante presenta a los modelos divididos entre analógicos y digitales con la gran diferencia que los primeros están codificados por cifras los que hace viable su manejo informático. Lo modelos analógicos

son presentados físicamente y pueden ser entendidos como mapas, maquetas entre otros.

Algunas de las propiedades inherentes a los modelos digitales y su naturaleza numérica estimados por (Felicísimo, 2017) son:

- No ambigüedad, cada elemento del modelo tiene unas propiedades y valores específicos y explícitos
- Verificabilidad, los resultados se construyen mediante pasos explícitos y concretos que pueden ser analizados uno a uno y comprobados en todas las fases del proceso.
- Repetitividad, los resultados no están sometidos, a menos que se diseñe expresamente, a factores aleatorios o incontrolados y pueden ser comprobados y replicados las veces que se desee.

Dentro de los tipos de simulación se pueden dividir en dos grupos según los autores Toledo y Santiago:

- Simulaciones que enseñan acerca de una situación (Simulaciones físicas y de procesos)
- Simulaciones que enseñan a realizar alguna situación (Simulaciones de procedimientos y situacionales).

La clasificación de los sistemas de acuerdo a su naturaleza se puede clasificar según (Law & Kelton, 1991):

Determinístico: Si el sistema no contiene ningún elemento aleatorio es un sistema determinístico. En este tipo de sistema, las variables de salidas e internas quedan perfectamente determinadas al especificar las variables de entrada, los parámetros y las variables de estado. Es decir, las relaciones funcionales entre las variables del sistema están perfectamente definidas. El calentador eléctrico estudiado es un sistema determinístico.

• **Estocástico:** En este caso algún elemento del sistema tiene una conducta aleatoria. Entonces, para entradas conocidas no es posible asegurar los valores de salida. Un ejemplo de sistema estocástico es una máquina tragamonedas en la cual una misma acción (tirar la palanca) genera un resultado incierto (ganar o perder). Cuando un sistema determinístico es alimentado con entradas estocásticas, la respuesta del sistema es

también estocástica. Por ejemplo, la temperatura ambiente es una variable estocástica que afecta la respuesta del calentador eléctrico. En el mundo real, los sistemas siempre tienen elementos estocásticos ya sea por su propia naturaleza o porque son fenómenos no comprendidos actualmente; por ejemplo, a un cavernícola le podía parecer que las eclipses eran fenómenos aleatorios, hoy ellas son predichas. Sin embargo, se puede considerar a un sistema real con un sistema determinístico si su incertidumbre es menor que un valor aceptado.

- Continuo: Se tiene un sistema continuo cuando las relaciones funcionales entre las variables del sistema sólo permiten que el estado evolucione en el tiempo en forma continua (basta que una variable evolucione continuamente). Matemáticamente, el estado cambia en infinitos puntos de tiempo. El recipiente del calentador es un subsistema continuo porque tanto M como T evolucionan en forma continua durante la operación del sistema.

- Discreto: Se tiene un sistema discreto cuando las relaciones funcionales del sistema sólo permiten que el estado varíe en un conjunto finito (contable) de puntos temporales. Las causas instantáneas de los cambios de estados se denominan eventos

Actualmente los procesos de simulación se aplican en diferentes áreas dentro de las que se encuentran (Tarifa, 2017):

Procesos de manufacturas: Ayuda a detectar cuellos de botellas, a distribuir personal, determinar la política de producción.

Plantas industriales: Brinda información para establecer las condiciones óptimas de operación, y para la elaboración de procedimientos de operación y de emergencias.

Sistemas públicos: Predice la demanda de energía durante las diferentes épocas del año, anticipa el comportamiento del clima, predice la forma de propagación de enfermedades.

Sistemas de transportes: Detecta zonas de posible congestionamiento, zonas con mayor riesgo de accidentes, predice la demanda para cada hora del día.

Construcción: Predice el efecto de los vientos y temblores sobre la estabilidad de los edificios, provee información sobre las condiciones de iluminación y condiciones

ambientales en el interior de los mismos, detecta las partes de las estructuras que deben ser reforzadas.

Diseño: Permite la selección adecuada de materiales y formas. Posibilita estudiar la sensibilidad del diseño con respecto a parámetros no controlables.

Educación: Es una excelente herramienta para ayudar a comprender un sistema real debido a que puede expandir, comprimir o detener el tiempo, y además es capaz de brindar información sobre variables que no pueden ser medidas en el sistema real.

Capacitación: Dado que el riesgo y los costos son casi nulos, una persona puede utilizar el simulador para aprender por sí misma utilizando el método más natural para aprender: el de prueba y error.

Prototipado

Dentro de los conceptos relevantes en la investigación adelantada se hace pertinente la integración de conceptos que identifiquen el proceso de prototipado. Un prototipo es definido por (sendekia, 2017) como “un primer modelo que sirve como representación o simulación del producto final y que nos permite verificar el diseño y confirmar que cuenta con las características específicas planteadas”. Estos modelos pueden representar, demostrar, o simular ampliamente y modificablemente un sistema planeado, incluyendo factores como su interfaz y su funcionalidad.

La característica de un prototipo se demuestra en factores como su alta o baja fidelidad, frente al alcance de modelo, presenta las siguientes categorías (sidar, 2000):

- Exploratorio: prototipo no reutilizable utilizado para clarificar las metas del proyecto, identificar requerimientos, examinar alternativas de diseño o investigar un sistema extenso y complejo.
- Experimental: prototipo utilizado para la validación de especificaciones de sistema
- Operacional: prototipo iterativo que es progresivamente refinado hasta que se convierte en el sistema final.
- Horizontal: prototipo que modela muchas características de un sistema, pero con poco detalle. Dicho detalle alcanzará una profundidad determinada, va a resultar especialmente útil en las etapas tempranas de diseño y tiene como objetivo el test del

modo de interacción global, al contemplar funciones comunes que el usuario va a utilizar frecuentemente.

- Vertical: prototipo que modela pocas características de un sistema, pero con mucho detalle. Va a resultar especialmente útil en etapas más avanzadas del diseño y tiene como objetivo el test de detalles del diseño
- Diagonal: prototipo horizontal hasta un cierto nivel, a partir del cual se puede considerar vertical
- Global: prototipo del sistema completo. Prototipo horizontal expandido que modela una gran cantidad de características y cubre un amplio rango de funcionalidades. Va a resultar muy útil a lo largo de todo el proceso de diseño.
- Local: prototipo de un único componente o característica del sistema de usabilidad crítica. Va a resultar de utilidad en algunas etapas específicas del proceso de diseño.

La realidad Virtual

Para este término existen muchas definiciones, pero dentro de las definiciones más completas es la propuesta por A. Rowell, quien la define como: “una simulación interactiva por computador desde el punto de vista del participante, en la cual se sustituye o se aumenta la información sensorial que recibe”. En esta definición aparecen los elementos básicos que tienen que estar presentes en todo sistema de realidad virtual y los cuales son: Simulación interactiva, Interacción implícita e Inmersión sensorial (Universitat Politècnica de Catalunya, 2017).

La realidad aumentada (RA)

Es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a lo real.

EL desarrollo de la presente propuesta investigativa hace referencia al concepto de realidad aumentada y más exactamente a la posibilidad como soporte, es por esto que la Realidad aumentada propone un paradigma de uso y aplicación en diversa áreas de la sociedad humana, donde sus impactos están establecidos en el permitir la mejora operativa de las funciones productivas enfocadas en la optimización de la toma de decisiones en tiempo real, favoreciendo el incremento de la efectividad, la autonomía y la flexibilización de los medios productivos en cualquiera de los ámbitos en que se identifiquen sus posibilidades de uso. Esta tecnología específicamente posibilita la relación de las imágenes en tiempo real con metadatos asociadas y almacenadas con un equipo informático (Fombona, Pascual, & Madeira, 2012).

Estado del arte

La característica humana de buscar avances tecnológicos, presenta nuevos retos de desarrollo y adaptabilidad a los medios y a la sociedad misma donde desenvuelve la humanidad, dentro de las consideradas las tres primeras tres revoluciones industriales se distinguen según (Sistemas avanzados de eficiencia productiva para la industria 4.0, 2016):

- Primera revolución, integra mecánica mediante agua y energía de vapor (1784- mediados del siglo XIX)
- Segunda revolución, determinada por la producción en masa mediante electricidad basada en la división del trabajo (cadena de montaje) (Finales del siglo XIX - 1970s).
- Tercera revolución, la electrónica y las tecnologías de la información conducen a nuevos niveles de automatización de tareas complejas (1970s - Actualmente).

Se estima que la cuarta revolución está ocurriendo actualmente con la interconectividad y análisis de datos, es por esto que se estima desde las diferentes vertientes de la ciencia avanzan día a día a pasos agigantados en el establecimiento y comprobación de nuevos estudios. Dentro de estos avances se presenta la evolución tecnológica denominada como industria 4.0, también como cuarta revolución industrial o industria inteligente, nombre acuñado por primera vez en el salón de la tecnología industrial (Hanover, 2011), se estima que fue utilizado por el gobierno alemán para la

descripción amplia de la digitalización de los procesos industriales y su interacción con la Inteligencia artificial (McCarthy, 1956).

La cuarta revolución industrial presenta técnicas y herramientas que integran factores de última generación de innovación tecnológica para la organización y representación de los medios de producción de la industria y en la determinación de las denominadas fabricas inteligentes. Alemania es estimada como el pionero de este nuevo concepto de sus políticas industriales, los cuales son claros e integran los factores productivos en pos del mejoramiento de la competitividad industrial permitiéndose una atención de las necesidades de los clientes por medios tecnológicos más eficientes desde su fabricación hasta su entrega.

Esta estrategia determinada hasta el año 2030 se funda en los componentes principales de la generación de su función tecnología integrada a sus procesos productivos. Esta estrategia está conformada por la industria, la academia representada por los centros universitarios y el ministerio de la investigación, siendo así creada una amplia plataforma institucional “Industry 4.0 plataform” focalizadas en cinco grupos de trabajo arquitectura, estandarización, investigación e innovación, seguridad de los sistemas de redes, legislación medioambiental y trabajo, educación” (Sistemas avanzados de eficiencia productiva para la industria 4.0, 2016).

Existen otros casos de propuestas sobre esfuerzos de implementación de la industria 4.0 como el de España, por medio del ministerio de industria, energía y turismo el cual busca la transformación digital de la industria español desde un proyecto de unión pública y privada que busca desarrollar competitividad diferencial en la oferta de soluciones digitales y apalancar las importaciones españolas al mundo. Los rasgos de beneficio que estima las iniciativas relacionadas en su conjunto se pueden agrupar en cuatro grandes áreas establecidas por (Gerbert, y otros, 2015):

- Productividad, (mejoramiento de la productividad por medio de variables como costes de material, y costos de materiales)
- Crecimiento de los ingresos: (aumento previsto de la demanda de los fabricantes de equipos mejorados y nuevas aplicaciones de datos, además de la demanda o consumo de una mayor variedad y creciente de productos personalizados).

- Empleo: (aumento del empleo, con la necesidad de diferentes habilidades y de un aumento de la cualificación, mayores usos de maquinaria, software).
- Inversión: (inversión en adaptación de las instalaciones y en tecnología durante los siguientes años).

Para los casos en estudio se estima que la inclusión de este tipo de tecnologías provocaran cambios a una profundidad en las industrias centralizados en los procesos de producción, incluyendo tecnologías de mayor eficiencia y con un espectro más amplio frente a su flexibilidad, información en tiempo real asociada a la toma de decisiones, eliminación de intermediarios en el proceso, reducción de errores, optimización en los tiempos de programación de maquinaria, optimización de recursos, aumento de la flexibilidad operacional en el diseño de productos, eliminación de procesos manuales. En otro factor amplio como lo es el de producto en variables funcionales como el establecimiento de nuevas perspectivas en los sensores. La ultima son los modelos de negocio, diseños de nuevos productos, nuevos sistemas de comunicaciones, la oferta de recursos industriales subutilizados, entre otras. Se estima que bajo este tipo de tecnologías se obtengan saltos cualitativos muy importantes hasta ahora no estimados por la diversificación de usos tecnológicos y las aplicaciones en diversos campos.

Pero dentro de todos estos factores de innovación, los cuales son las tecnologías inmersitas establecidas como de base para la cuarta revolución tecnológica, al respecto algunos autores señalan ciertas y fundamentales, las siguientes (Del Val, 2016):

- Big data y análisis de datos
- Robots autónomos
- Simulación
- El internet de las cosas
- Ciberseguridad
- Cloud computing
- Fabricación aditiva
- Realidad aumentada

El ejercicio investigativo enmarcado en el presente estado del arte hace especial énfasis y análisis referencial en la búsqueda propositiva de las aplicaciones industriales de una de las herramientas enmarcadas como de base en la industria inteligente. La

herramienta es la realidad aumentada. La herramienta tiene amplias aplicaciones en diversos sectores dentro de los que se encuentran la educación, el ocio, militar, salud, marketing, turismo entre otros.

En las industrias de producción encuentran ejemplos de aplicación en procesos de producción y manufactura direccionados al mantenimiento, formación de trabajadores en el puesto de trabajo, las grandes ventajas que ofrece la utilización de la herramienta (Lacueva , Gracia, Sanagustín , González , & Romero San Martín, 2011):

- Sobreimpresión de información
- Guiado paso a paso interactivo
- Posibilidad de añadir etiquetas digitales y comentarios sobre el modelo real
- Posibilidad de validar tareas de mantenimiento realizadas

Origen

La primera investigación sobre AR, según afirman Billinghamurst, M y Kato, H (2013) fue, “en 1965, donde Ivan Sutherland desarrolló una tecnología que permitía superponer imágenes virtuales en el mundo real. Acoplado dos tubos de rayos catódicos en miniatura usados a la cabeza a un rastreador mecánico, creó la primera pantalla montada en la cabeza (HMD). Con esta pantalla, los usuarios podían ver un simple cubo de alambre virtual superpuesto al mundo real, creando la primera interfaz de Realidad Aumentada (AR).”

Avances

En 1992, Caudel y Mizell describen los pasos de diseño y creación de prototipos de cascos orientados a la manufactura aeronáutica, Implementando una pantalla montada en la cabeza (HUDset), donde se puede visualizar y combinar diagramas producidos por una computadora superpuesta y estable, en una posición específica en un objeto del mundo real. El desarrollo exitoso de la tecnología HUDset buscaba permitir la reducción de costos y la mejora de la eficiencia en muchas de las operaciones con participación humana en la fabricación de aeronaves, al eliminar plantillas, diagramas de cartulina y otros dispositivos de enmascaramiento.

Billinghamurst, M y Kato, H (2013) aseguran que “La ciencia ficción ha anunciado muchos de los grandes avances técnicos en comunicación. En 1968, En el film de Kubrick: 2001,

A Space Odyssey, el Dr. Floyd llama a su casa usando un videoteléfono, una de las primeras apariciones cinematográficas de videoconferencia. Poco más de una década después, en Star Wars, la colaboración se logra utilizando imágenes virtuales de tamaño real superpuestas sobre el mundo real. Veinte años más tarde, la videoconferencia de escritorio está disponible de forma gratuita”.

En el mundo académico Abbas Abdoli-Sejzi (2015) afirma que “Los programas de realidad aumentada pueden mejorar fácilmente un programa regular. Los mensajes de texto, las imágenes, los videoclips y las pistas de audio pueden superponerse directamente en el entorno de tiempo real de un estudiante. En educación superior hay varios programas que pueden ser utilizados. Como ejemplo, Develop 3d, un programa de estudios para estudiantes que permite comprender los métodos de ingeniería mecánica, las matemáticas o incluso geometría. Este puede ser un método de aprendizaje dinámico en el que los alumnos puedan desarrollar nuevos conocimientos, con simulaciones en práctica.

El aprendizaje a través de los videojuegos Según C. G. Tardón (2012), “los videojuegos de Realidad Aumentada aplicados a la educación tienen la capacidad de poder trasladar de una forma lúdica los conocimientos al mundo real. A través de la interactividad e integración de los juegos con el medio real, este tipo de programas pueden ser claves a la hora de crear conocimientos significativos”.

Según Hippel (2011) la innovación abierta del usuario compete y puede desplazar en algunos sectores económicos a la innovación de los productores como fuente principal de innovación. Y ello es posible gracias a dos tendencias tecnológicas. En primer lugar, a la creciente capacidad de diseño que los avances en hardware y software (conjuntos de herramientas de innovación o innovation toolkits) permiten a los usuarios; y en segundo lugar al aumento de la facilidad con la que los usuarios individuales combinan y coordinan sus esfuerzos relacionados con la innovación a través de nuevos medios de comunicación como la Internet.

Tipos de Realidad Aumentada

AR basado en marcadores, reconocimiento de imágenes aleatoria. Lo que caracteriza el nivel es que el software reconoce el marcador y enlaza a otros contenidos. Según

Estebanell et al. (2012) “los marcadores son unas imágenes en blanco y negro, generalmente cuadradas, con dibujos sencillos y asimétricos” AR basada en la posición, está utiliza el hardware de los teléfonos inteligentes (gps, brújula y acelerómetro) para localizar y superponer una capa de información o puntos de interés. Visión aumentada, AR en gafas y visores, y posiblemente displays de lentes de contacto.

Pronósticos

ResearchandMarkets.com predice que los ingresos globales para las aplicaciones de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) alcanzarán los \$ 94,4 mil millones para 2023, al igual asegura que: El creciente número de pacientes diabéticos, con VIH y con demencia y la alta prevalencia de enfermedades crónicas en todo el mundo están impulsando el gasto en la industria de la salud. La implementación del análisis de Internet y las innovaciones de los líderes de TI está impulsando el desarrollo del mercado de realidad aumentada y realidad virtual en la industria de la salud. Las innovaciones tecnológicas ayudan a mejorar la rentabilidad, ofrecen una mejor comunicación entre el paciente y el médico, facilitan el intercambio de informes, mejoran el seguimiento de la salud del paciente y ofrecen una mejor capacitación de la fuerza laboral.

En conclusión, la Realidad Aumentada es una oportunidad de interacción innovadora, teniendo en cuenta las pocas oportunidades que ofrecen los objetos físicos o estáticos por ello existe un gran número de compañías interesadas en el potencial de la realidad aumentada o AR, puesto que es una estrategia tecnológica para la representación de información, ideas e interacción humano-máquina sofisticada, aunque su visualización aún puede ser un desafío, cuenta con un amplio abanico de aplicaciones en diferentes áreas de conocimiento y desarrollos actualizados.

Capítulo 2 - Aplicación y Desarrollo

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

La investigación propuesta es exploratoria y se va a utilizar una metodología mixta, entre lo interpretativo y lo praxeológico. Desde lo interpretativo se destaca lo hermenéutico que los diferentes actores sociales hacen de su "realidad" un espacio de investigación, es decir, que estudiarlo desde el punto de vista de las personas y enfatizar el proceso de comprensión de parte de los investigadores para tratar de descubrir el significado de sus acciones.

Desde la visión de la fenomenología que permite distinguir la forma de las cosas a partir de como las personas piensan que es 012a realidad (Husserl, 1999) a este autor no le interesa la interacción física de las personas, si no el cómo se comprenden recíprocamente las conciencias, como se establece el significado y la comprensión en el interior de las personas. Igualmente, en El ser y el tiempo se estudia la cuestión del ser, el modo de ser específicamente humano que según el autor en un-estar-en el mundo; los seres humanos están ligados unos a otros y al mundo material, relación que es constitutiva de la misma esencia de lo humano (Heidegger, 1972). También se refiere a la interpretación de la interacción social, y propone estudiar las interpretaciones y significados que las personas le dan cuando interactúan, en diferentes situaciones y la realidad social en la cual viven. Aunque se hace desde el lenguaje, en este trabajo se busca desde la comprensión la interacción tecnología –ser humano que cada día crece más.

Desde el libro “El enfoque praxeológico” (Juliao, 2011), se utilizará las cuatro fases: Ver, Juzgar, Actuar y Divulgar creativamente. Este proyecto está estructurado en tres etapas amplias, presentadas y argumentadas de la siguiente manera:

Fase 1 (ver)

Esta primera gran etapa del proyecto se subdivide en tres, según el enfoque praxeológico la primera busca establecer por medio de la verificación y análisis contrastado de variables algorítmicas específicas funcionales de los modelos dispuestos

para la optimización de procesos de producción vs los requerimientos y factores de funcionalidad tecnológica de la realidad aumentada.

Una segunda parte de esta fase busca el reconocimiento de los elementos específicos por medio de una entrevista estructurada desde la perspectiva fabricantes proveedores de propuestas realizadas con soporte de la realidad aumentada, así como expertos en modelos cuantitativos dinámicos de optimización en medios de producción.

Fase 2 (Juzgar)

Al concluir la obtención de datos de la fase anterior se realizará la interpretación y reflexión por medio de una triangulación de la información recopilada por las herramientas aplicadas como una Matriz de caracterización de y evaluación de requerimientos algorítmicos de los modelos de capacidades dinámicas de optimización.

Fase 3 (Actuar)

En la tercera etapa se realizará la estructuración de propuesta metodológica para la construcción aplicada de modelos cuantitativos de producción bajo programación y modelado de un sistema de estudio soportado en realidad aumentada.

Fase 4 (Devolución Creativa)

Finalmente, la devolución creativa del proyecto se realizará por diferentes caminos de divulgación como la presentación del modelo soportado en realidad aumentada, así como el documento de informe final del proyecto de investigación, un artículo de revisión y uno científico, así como la participación en un evento de investigación presentando a la misma una ponencia producto del proyecto.

2.2 Población o entidades participantes

A continuación, se presenta la población, entidades y demás actores con intervención en la ejecución del proyecto y su rol correspondiente, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Orden: Puede ser de orden regional, nacional o internacional
- Actor: Nombre del actor

- Categoría: Puede ser beneficiario (directo o indirecto), cooperante, ejecutor, afectado, opositor
- Características: Aspectos relevantes del actor
- Tipo de contribución o impacto: Especificar aporte o impacto de o sobre el actor, por ejemplo:

Tabla 1. Población y entidades participantes.

Orden	Actor	Categoría	Características	Tipo de contribución o impacto
Nacional	Dirección de investigación IBEROAMERICA	Patrocinante	La Dirección nacional de Investigación -DNI- direcciona los fondos necesarios para la realización del presente proyecto.	Aporta los recursos para adelantar la investigación para la realización del proyecto Propuesta exploratoria para la identificación de la compatibilidad funcional de modelos de capacidades productivas dinámicas en procesos de manufactura, soportados por Realidad aumentada.
Regional	Investigador principal Facultad de Ingeniería Iberoamericana	Ejecutor - Beneficiario	Presentan la propuesta a consideración de la DNI y, una vez esta aprueba y destina los recursos, desarrollan la propuesta presentada: Propuesta exploratoria para la identificación de la compatibilidad funcional de modelos de capacidades productivas dinámicas en procesos de manufactura, soportados por Realidad aumentada. Ejecuta las diferentes actividades, presenta los informes y productos de la investigación. Los Asistentes de la investigación.	Ejecuta las actividades propias de la investigación y hacen entrega de los informes productos y resultantes del proyecto.
Regional	Coautor de investigación, Grupo de investigación Interoperabilidad Tecnología y Semántica (INTECSE) perteneciente a la Facultad de Ingenierías de la Universidad Distrital	Ejecutor - Beneficiario	Presentan la propuesta a consideración de la DNI, desarrollan la propuesta presentada. Ejecuta las diferentes actividades, presenta los informes y productos de la investigación.	Aporta recurso, para la ejecución de las actividades propias de la investigación y hacen entrega de los informes y productos resultantes del proyecto.

Francisco José de Caldas.			
---------------------------	--	--	--

2.3 Definición de Variables o Categorías

Hipótesis principal

La hipótesis principal de la investigación planteada que se estima presenta una mayor potencialidad para dar solución al planteamiento del problema generado y que busca la explicación de los posibles eventos que desafían la interacción algorítmica desde las funciones matemáticas y estadísticas de los modelos matemáticos de optimización de procesos dentro de su linealidad o no linealidad.

Siendo la hipótesis principal que permitirá la identificación exploratoria de factores funcionales de compatibilidad entre los modelos de capacidades dinámicas de producción y las características de soporte de la realidad aumentada podrá inferir niveles de aplicación comprendidos desde factores nulos donde las variables principales en estudio no demuestren ninguna compatibilidad, un segundo nivel determinado como intermedio donde algunos aspectos teóricos puedan ser demostrados en la aplicación práctica y un nivel superior donde todos los modelos de optimización puedan ser soportados por la realidad aumentada.

Variables principales

Dentro de las variables estimadas en la propuesta investigativa, se estiman variables independientes de las cuales depende los resultados de inmersión funcional de aplicación de los factores algorítmicos requeridos por los modelos de capacidades dinámicas y las características tecnológicas presentadas por la realidad aumentada como medio de soporte para la identificación de factores de optimización y flexibilización de los procesos productivos.

- Modelos de capacidades dinámicas y estructura algorítmica (matemática y estadística)
- Parámetros técnicos de factores funcionales de la realidad aumentada.
- Sistemas y variables de diferenciación productiva de manufactura
- Modelos de optimización de capacidades productivas
- Algoritmia funcional de modelos de optimización

2.4 Procedimiento e Instrumentos

A continuación, se presenta el cuadro de herramientas que sustenta la propuesta de validación metodológica:

Tabla 2. Instrumentos para validación metodológica.

No.	Actividad	Tiempo (meses)		Producto*
		Desde	Hasta	
1	<i>Establecimiento de estado del arte y marco teórico asociado al proyecto de investigación (modelos de capacidades dinámicas y herramienta de realidad aumentada).</i>	1/03/2019	28/03/2019	<i>Marco teórico y estado del arte proyecto de investigación</i>
2	<i>Caracterización de requerimientos algorítmicos de los modelos de capacidades dinámicas de optimización en investigación de operaciones (lineales y no lineales)</i>	1/04/2019	30/04/2018	<i>(1) Matriz de caracterización de y evaluación de requerimientos algorítmicos de los modelos de capacidades dinámicas de optimización (5) RAES Identificando requerimientos y algoritmia de modelos de optimización.</i>

3	<p><i>Revisión y caracterización de usos y aplicaciones industriales y de índole diferente soportados en realidad aumentada, determinando • Cualidades y características (de los medios de programación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tipos de software</i> • <i>Requisitos de hardware y software relacionadas con el uso de la tecnología RA. En esta misma fase se efectuará un rastreo de fabricantes proveedores y comerciantes de RA.</i> 	1/05/2019	31/05/2019	<p><i>(1) Matriz de caracterización de usos de aplicaciones industriales bajo realidad aumentada. (5) RAES Identificando Cualidades y características (de los medios de programación)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Tipos de software</i> • <i>Requisitos de hardware y software relacionadas con el uso de la tecnología RA</i>
4	<p><i>Diseño de entrevista a diseñadores y productores de aplicaciones bajo soporte de realidad aumentada, así como expertos en modelos de capacidades dinámicas y algoritmia en investigación de operaciones</i></p>	1/06/2019	30/06/2019	<p><i>*Estructura de entrevista a diseñadores y productores de aplicaciones bajo soporte de realidad aumentada.</i></p>
5	<p><i>Entrevistas a diseñadores y productores de aplicaciones bajo soporte de realidad aumentada.</i></p>	01/07/2019	15/07/2019	<p><i>Resultados de cuatro entrevistas (2 Diseñadores y productores de aplicaciones bajo soporte de realidad aumentada).</i></p>
6	<p><i>Entrevistas a expertos en modelos de</i></p>	16/07/2019	30/07/2019	<p><i>Resultados entrevistas (2) entrevistas a expertos en modelos de capacidades dinámicas y algoritmia.</i></p>

	<i>capacidades dinámicas y algoritmia.</i>			
7	<i>Análisis de los datos resultantes de las entrevistas realizadas.</i>	<i>01/08/2019</i>	<i>30/08/2019</i>	<i>Análisis de datos resultantes de las entrevistas realizadas en dos vías para diseñadores de aplicaciones y expertos en modelos de capacidades dinámicas.</i>
8	<i>Análisis, triangulación y diagnóstico bajo de matriz de correlación de factores funcionales de compatibilidad para la construcción de conceptos relevantes.</i>	<i>01/09/2019</i>	<i>30/09/2019</i>	<i>(1) Matriz de correlación y evaluación de diagnóstico</i>
9	<i>Elaboración de Informe de avance de la investigación</i>	<i>01/07/2019</i>	<i>30/07/2019</i>	<i>*Primer informe de avance de proyecto. *Difusión de los hallazgos encontrados documento escrito.</i>
10	<i>Elaboración de artículo de investigación de revisión</i>	<i>01/08/2019</i>	<i>30/08/2019</i>	<i>Artículo de revisión sobre investigación e informe de avance de proyecto.</i>
11	<i>Estructuración de propuesta metodológica para la construcción aplicada de modelos cuantitativos de producción bajo programación y modelado de un sistema de estudio soportado en realidad aumentada.</i>	<i>01/09/2019</i>	<i>30/09/2019</i>	<i>Documento con propuesta metodología</i>
12	<i>Elaboración de ponencia asociada al ejercicio investigativo y resultados encontrados.</i>	<i>01/10/2019</i>	<i>30/10/2019</i>	<i>Documento ponencia para presentación en evento de investigación.</i>

13	<i>Elaboración y entrega del proyecto final</i>	01/11/2019 9	30/11/2019	<i>Informe final del Proyecto de investigación</i>
----	---	-----------------	------------	--

2.5 Alcances y limitaciones

Los alcances de la investigación estiman los siguientes impactos:

Impacto Económico

- Mejoramiento de la competitividad Institucional, grupos de investigación e industrias productivas, por la implementación de nuevas tecnologías que a futuro posibiliten el mejoramiento de los factores productivos desde las ingenierías.
- Formalizar procesos de enseñanza en el aula con nuevas herramientas tecnológicas como el de la realidad aumentada y los modelos de capacidades dinámicas, que simulen temáticas desde diferentes enfoques.
- Incremento de la innovación en didácticas de enseñanza que posibiliten la efectividad de los recursos y metas asociados a los procesos formativos en educación superior y posgradual.

Impacto Cultural

- Fortalecimiento de grupos de investigación disciplinares en temáticas de tecnología innovadoras en Ingeniería Industrial.
- Ser modelo y referente participativo y colaborativo en procesos de investigación ante las instituciones de educación superior en la aplicación y uso de la realidad aumentada.

Impacto Tecnológico

- Profundización en temáticas de investigación para el desarrollo de herramientas para aplicación de realidad aumentada y de la ingeniería industrial.
- Propuestas para el desarrollo de aplicaciones tecnológicas para pruebas de enseñanza en programas de formación ingenieril en la facultad de ingeniería.
- Generación de metodologías con énfasis tecnológico que mejoren la efectividad y optimización de medios productivos

Impacto social

- Generar capacidad de uso de la tecnología para ambientes productivos en la industria colombiana.

Productos esperados

- Modelo con caso de ampliación de la capacidad productiva soportado en realidad aumentada.
- Documento soporte del desarrollo de proyecto de investigación (informe final).

Se tendrán resultados sobre los posibles usos y aplicación de la realidad aumentada como soporte a medios y herramientas ingenieriles como modelos de optimización:

- Artículos (1) de investigación (de revisión)
- Memorias de participación en eventos de investigación, donde se presenten las conclusiones del ejercicio de investigación realizado.

Dentro de las relaciones con instituciones para el desarrollo del proyecto se estima la participación del grupo de investigación de la Corporación Universitaria Iberoamericana y su grupo de investigación perteneciente al programa de Ingeniería Industrial

Dentro de las limitaciones del proyecto se estiman:

- Que no existen investigaciones exactas sobre la visualización de modelos de optimización por medio de la realidad aumentada
- Que las tecnologías de soporte de la realidad aumentada aún están en desarrollo
- No se tiene precisión sobre su adecuación hacia factores de identificación de los componentes matemáticos y algorítmicos
- En la actualidad el uso de estas tecnológicas requiere de una alta inversión
- No se presentan grandes avances comparativos de uso similar del soporte planteado
- Requiere largos procesos de desarrollo y el uso de metadatos en mayor cantidad exigen sistemas computaciones robustos

Capítulo 3 - Resultados

La revisión sistemática realizada para la caracterización tiene como fuente bases de datos como IEEE, Science direct, Proquest, Scopus, Google Académico, Web of Science, los artículos revisados están dentro de un periodo 2005 al 2018. De acuerdo a lo anterior se realiza un planteamiento de preguntas para dar una estructura: ¿Cuáles son tipos de realidad aumentada? ¿Cuáles son sus características? ¿Qué métodos o técnicas están siendo utilizadas para realizar contenido en RA? ¿Cuáles son los usos de la RA en la actualidad?

La metodología de búsqueda presenta la siguiente estrategia:

Tabla 3. Metodología estratégica de búsqueda documental

ETAPAS	ACTIVIDADES	RESULTADOS
Protocolo y estrategia de búsqueda	Búsqueda en bases de datos	Se revisaron 34 artículos, de estos el 98% son en inglés, y el periodo de búsqueda comprende de 2005 a 2018
	Se realiza la búsqueda con las palabras Realidad aumentada, usos industriales, definiciones de RA así como la trazabilidad en relación a títulos, resúmenes y palabras claves	
	El marco conceptual abarca casos de aplicación, opinión, métodos y causas, revisión de la literatura	
	Se establecen 4 subcategorías de clasificación de los artículos revisados desde la aplicación de la RA: Suplí Chaina, Utilitario General, Optimización, Representación tridimensional, Capacitación, Mercadeo y Producción. Donde se examinan las causas, métodos, estudio de casos y análisis experimental.	
	Se realiza en hoja de cálculo una categorización para extraer información útil para tabulación	
Revisión y criterios de selección	los criterios de selección establecidos para la revisión de literatura son artículos teóricos y de aplicación de métodos realizados desde el año 2005, en idioma inglés y español, no se manejan criterios de exclusión para evitar todo tipo de sesgo	se agrupan los artículos de acuerdo a los métodos utilizados
	Revisión de los artículos donde se verifica la revista en la que se publicó, el año.	
	Se realiza lectura de cada artículo para su clasificación en las categorías establecidas, según método.	
Extracción de datos	Se diseña base referencial con los 34 artículos revisados, esta base está compuesta por: autor,	Revisión de 34 artículos elegidos para el diseño del marco conceptual

	titulo, resumen, palabras clave, propósito, resultados, trabajos futuros.	
	análisis de 34 artículos encontrados, 7 están enfocados en revisión de la literatura, se descartan artículos los cuales tienen relación con el método.	
Síntesis de datos e información	Se verifican las investigaciones realizadas y los resultados de acuerdo a cada método o herramienta utilizada	se propone un marco conceptual en relación al problema de la aplicación de RA

Los artículos de revisión de literatura sobre RA presentan la siguiente estructura:

Tabla 4. Matriz documental Realidad Aumentada

Matriz de revisión Realidad aumentada (Características y aplicaciones aplicaciones)				
No.	Título	Autores	Idioma	Aplicación
1	MapPoint te futuro of suplí chan malajemente: a Delphi su	Steven A. Melania*, Rhonda R. Lemus, Robert J. Vokurkac, Laird J. Burnsa and Joe Sandor	Ingles	Supply Chain
2	Evolutionary Computation: Comments on te History and Current State	Thomas B"ack, Ulrich Hammel, and Hans-Paul Schwefel	Ingles	Utilitario General
3	Pose Estimation for Augmented Reality Applications Using Genetic Algorithm	Ying Kin Yu, Kin Hong Wong, and Michael Ming Yuen Chang	Ingles	Optimizacion
4	Online Course on te History of Algorithms	Alfonsa García López, Rosa María Pinero Fernández, and Puerto Ramírez Fernández	Ingles	Utilitario General

5	Hands in Space Gesture Interaction with Augmented-Reality Interface	Mark Billingham, Tham Piumsomboon, and Huidong Bai	Ingles	Representacion tridimensional
6	AR Feels "Softer" than VR: Haptic Perception of Stiffness in Augmented versus Virtual Reality	Yoren Gaffary*† Inria/ Benoit Le Gouis*† Rennes/ Maud Marchal† Rennes/ Ferran Argelaguet† Inria/ Bruno Arnaldi† Rennes/ Anatole L'ecuyer† Inria/	Ingles	Representacion tridimensional
7	Trends in Simulation and Planning of Manufacturing Companies	Branislav Bakoa, *, Pavol Božeka	Ingles	Optimizacion
8	Realidad aumentada en la comunicación del siglo XXI	Perez-Segnini L. Isabel C	Español	Utilitario General
9	Use of projector based augmented reality to improve manual spot-welding precision and accuracy for automotive manufacturing	Ashish Doshi1 ·Ross T. Smith1·Bruce H. Thomas1·Con Bouras2	Ingles	Optimizacion

10	Augmented foam: a tangible augmented reality for product design	Augmented foam: a tangible augmented reality for product design	Ingles	Optimizacion
11	Mobile Augmented Reality and Context-Awareness for Firefighters	T. Siu and V. Herskovic	Ingles	Capacitacion
12	Changing te World with Virtual/ Augmented Reality Technologies How VR and AR have te potential to disrupt our lives	By Yu Yuan	Ingles	Mercadeo
13	LA REALIDAD AUMENTADA: UNA TECNOLOGÍA EN ESPERA DE USUARIOS	Lizbeth Heras Lara / José Luis Villarreal Benítez	Ingles	Representacion tridimensional
14	EL PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS VESTIBLES EN LA PRODUCCIÓN, PROPAGACIÓN Y FRUICIÓN DE UN CONOCIMIENTO DESPACIALIZADO	Marco Centorrino / Sebastiano Nucera	Español	Mercadeo
15	What Wearable Augmented Reality Can Do for You	Bruce H. Thomas and Christian Sandor	Ingles	Utilitario General

16	The Future of Learning at te Workplace Is Augmented Realit	Fridolin Wild	Ingles	Capacitacion
17	Industrial Augmented Reality: Requirements for an Augmented Reality Maintenance Worker Support System	Mario Lorenz ; Sebastian Knopp ; Philipp Klimant	Ingles	Capacitacion
18	Augmented reality as a comparison tool in automotive industry	Stefan Nolle ; Gudrun Klinker	Ingles	Produccion
19	An Augmented Reality Review on Production Environments	Luís Fernando de Souza Cardoso ; Ezequiel Roberto Zorzal	Ingles	Produccion
20	La realidad aumentada como instrumento para la enseñanza de la automatización industrial.	Juhás Martin ; Juhásová Bohuslava	Ingles	Produccion
21	An Industrial Augmented Reality Solution For Discrepancy Check	Pierre Georgel ; Pierre Schroeder ; Selim Benhimane ; Stefan Hinterstoisser ; Mirko Appel ; Nassir Navab	Ingles	Produccion

22	Pre-attentive Features in Natural Augmented Reality Visualizations	Carla Barreiros ; Eduardo Veas ; Viktoria Pammer-Schindler	Ingles	Produccion
23	InspectAR: An Augmented Reality Inspection Framework for Industry	Ramakrishna Perla ; Gaurav Gupta ; Ramya Hebbalaguppe ; Ehtesham Hassan	Ingles	Produccion
24	Augmented reality in te smart factory: Supporting workers in an industry 4.0. environment	Volker Paelke	Ingles	Capacitacion
25	A software framework for augmented reality-based support of industrial operations	A software framework for augmented reality-based support of industrial operations	Ingles	Produccion
26	Analyses Using VR/AR Visualization	Dieter Weidlich ; Sandra Scherer ; Markus Wabner	Ingles	Utilitario General
27	Augmented Reality for Digital Manufacturing	Andreea Blaga ; Levente Tamas	Ingles	Produccion
28	Augmented Reality for Remote Laboratory Improving Educational Learning: Using Elevated Particle Swarm Optimization in Object Tracking Scheme	Seid Miad Zandavi ; Vera Chung	Ingles	Capacitacion

29	The implementation of a live interactive augmented reality game creative system	Guoyu Sun ; Chu Qiu ; Quan Qi ; Kaihui Mu ; Bo Wang	Ingles	Utilitario General
30	Autocalibration of an electronic compass for augmented reality	Xiaoming Hu ; Yue Liu ; Yongtian Wang ; Yanling Hu ; Dayuan Yan	Ingles	Produccion
31	Designing flexible manufacturing systems with augmented reality	Designing flexible manufacturing systems with augmented reality	Ingles	Produccion
32	An Augmented Reality Review on Production Environments	Luís Fernando de Souza Cardoso ; Ezequiel Roberto Zorzal	Ingles	Produccion
33	Augmented reality as an instrument for teaching industrial automation	Juhás Martin ; Juhásová Bohuslava	Ingles	Produccion
34	Exploration of te augmented reality model in learning	B Afandi, I Kustiawan and N D Herman	Ingles	Utilitario General

Caracterización sobre la herramienta tecnológica realidad aumentada

Características de base de la Realidad aumentada

Los nuevos enfoques de uso de la herramienta de cuarta generación denominada como realidad aumentada presentan cada vez nuevos enfoques de ambientes de desarrollo, donde sus capacidades presentan una mayor proyección dado que sus funcionalidades sobre percepción, iteración y transmisión de información y conocimiento facilitan la creación de nuevos de contenidos con realidad aumentada.

Dentro de los aspectos tecnológicos se presentan tres elementos básicos, dentro de los que se encuentran la información, trackers o sensores o medios. Esto desde aspectos primarios donde los análisis de los elementos de construcción básica merecen un análisis sosegado desde diversos y diferentes puntos de vista analizados en algunos casos desde su implementación en nuevos ambientes y en otros más evolucionados. Algunos autores presentan la escogencia de espacios dentro de un campo específico (Hwang y Tsai, 2011; Nolen, 2009), para esto caso lo que refiere a la Realidad aumentada, dentro de estas investigaciones se consideran suficiente la revisión básica en determinados espacios de tiempo (Karatas, 2008; Shih, Feng y Tsai, 2008).

Para presentar una revisión de los diferentes elementos que integran la Realidad aumentada es una forma de visión por medio de un dispositivo tecnológico, La evolución de la realidad aumentada y su fin principal que es la representación y súper posición de información digital en la realidad, los modelos y aplicaciones establecidas bajo realidad aumentada desde diversas metodologías dependen en gran medida del desarrollo de sistemas eficientes de modelación grafica tridimensional, lo cual en muchos casos se ve restringida por la información del entorno.

Los modelos de datos utilizados en RA pueden ser entendidos por simples formalismos matemáticos que se pueden notar o representar y los cuales se pueden validar para su manipulación (Graham, 1991), dentro de una concepción más practica la RA es un modelo de datos abstracto que representa una situación o problemática de la realidad, dado lo anterior la modelación de los datos debe ser flexible, extensible para la representación del mundo real, esto producirá en modelos más productivos y efectivos.

Dentro de esta investigación contextual para el caso de la RA aumentada se hace necesario tener presente el termino de La Computación obicua propuesto por (Weiser, 1995) y las aplicaciones dependientes del contexto donde se estudian los contextos de los sistemas sobre el software que actúan haciendo relación al lugar donde se ejecutan (Schilit et al, 1994).

Las aplicaciones soportadas bajo realidad aumentada presentan requerimientos sobre un modelo diferente de datos requerido para realizar realidad virtual, este tipo de requerimientos hacen un fuerte énfasis sobre la unión funcional de la RA y de La Computación obicua, el presente trabajo tiene como principales referentes los expuestos por (Agudelo , 2005) frente al estudio de arquitecturas de RA Brügge et al (2002) se toman los principios del modelo de contexto de Henricksen et al (2002) y la formalización de Gyssens et al (1994).

Dentro de los pasos los pasos generalizados para la producción de contenido soportado en RA aumentado se encuentran los siguientes pasos:

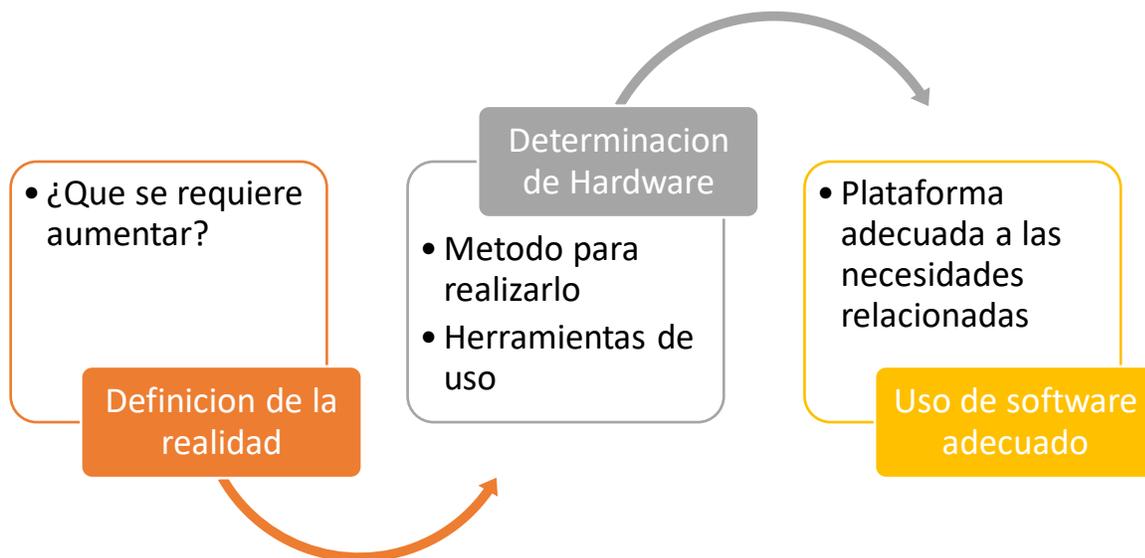


Ilustración 1. Pasos para realizar Realidad Aumentada.

En la actualidad la realidad aumentada sigue presentando cualidades igualitarias en sus definiciones y desde sus diversos enfoques de uso, desde la propuesta por (Azuma, 1995) donde se afirma "La RA permite presentar información digital en el mundo real por medio de dispositivos de representación especiales", hasta algunas definiciones actualizadas, a continuación se presentarán cuatro definiciones nuevas encontradas:

“La realidad aumentada es una forma de visión que se lleva a cabo a través de un dispositivo tecnológico, y en la que se combinan elementos propios del mundo físico con elementos virtuales que el dispositivo proporciona en función de la interacción del usuario con el medio” (pandorafms, 2019).

“El término de Realidad Aumentada se refiere al conjunto de acciones que permiten ampliar, mejorar o resaltar la realidad del mundo físico mediante la aplicación de tecnología, por lo general video o imagen” (merca20.com, 2019)

La Realidad Aumentada nos permite añadir capas de información visual sobre el mundo real que nos rodea, utilizando la tecnología, dispositivos como pueden ser nuestros propios teléfonos móviles. Esto nos ayuda a generar experiencias que aportan un conocimiento relevante sobre nuestro entorno, y además recibimos esa información en tiempo real (neosentec, 2019).

La Realidad Aumentada (RA) es la mezcla de información computacional con el mundo real. En una definición clásica, la realidad aumentada es un tipo de ambiente virtual en el cual el usuario no se sumerge completamente en un mundo virtual sino en una mezcla de éste con el mundo real. Para el usuario aparecen los objetos virtuales y reales coexistiendo en el mismo espacio (Agudelo , 2005).

En las cuatro definiciones se puede determinar la evolución del término dependiendo del enfoque de uso presentado a la herramienta de la RA, pero en la generalidad (Agudelo , 2005) enuncia que un sistema de realidad aumentada debe contener:

- La información digital es combinada con la realidad.
- La combinación de lo real y lo virtual se hace en tiempo real.
- La información aumentada se localiza o “registra” en el espacio. Para conservar ilusión de ubicación real y virtual, esta tiende a conservar su ubicación o moverse respecto a un punto de referencia en el mundo real.

De igual manera desde la generalidad encontrada a través de los documentos revisados se encuentra que las aplicaciones soportadas por realidad aumentada presentan tres subsistemas de base las cuales son: visualización (salida), ubicación de objetos virtuales en el mundo real (registro) y métodos de interacción (entrada). A continuación, se presentan según las experiencias de desarrollo encontradas de RA los métodos encontrados para el desarrollo donde se incluyen técnicas de programación orientas a objetos e interfaces gráficas, los diagramas que pueden representar de mejor manera lo anterior son los siguientes:

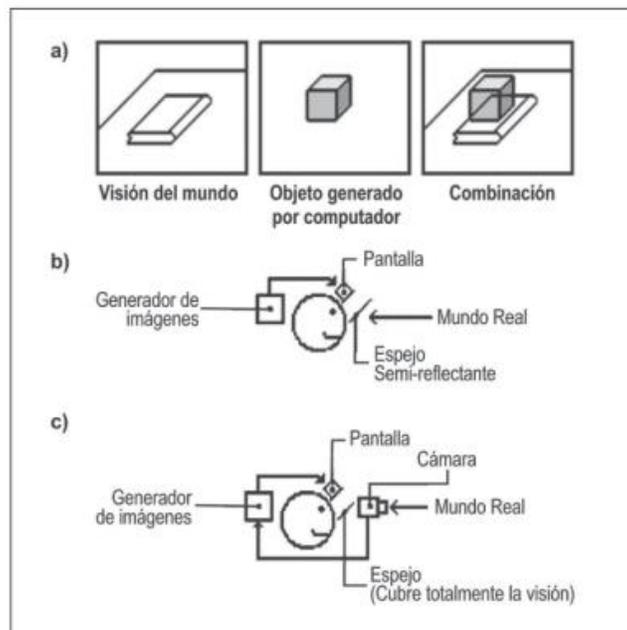


Ilustración 2. Métodos: a) Combinación de visión con objetos
Tomado de: (Agudelo , 2005)

De igual manera los sistemas actuales de Realidad aumentada según Brüggé et al (2002) se pueden resumir frente a su arquitectura en la función definida de cada componente, como se representa a continuación:

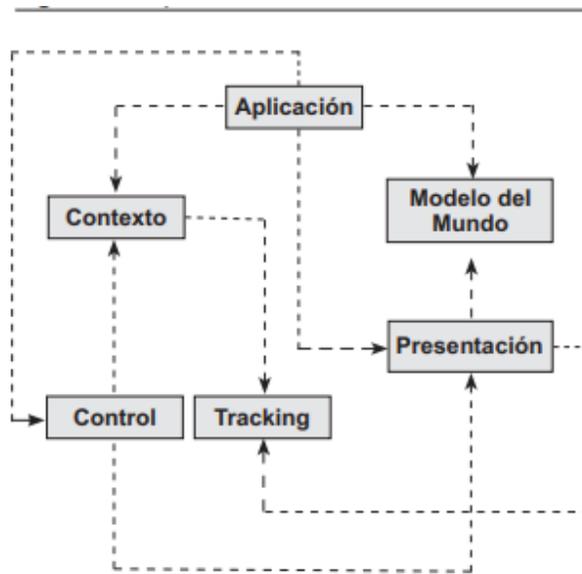


Ilustración 3. Brügge, Bernd, MacWilliams, Asa y Reicher,
Tomado: (Agudelo , 2005)

Donde el mismo autor define los componentes de la siguiente manera:

- **Aplicación:** Maneja la lógica y contenidos específicos del sistema.
- **Tracking:** Determina la posición de usuarios y objetos.
- **Control:** Procesa las entradas para el usuario.
- **Presentación:** Se encarga de la representación gráfica.
- **Contexto:** recoge diferentes datos de contexto.
- **Modelo del Mundo:** almacena información sobre los objetos virtuales y reales.

Es por eso que desde las anteriores definiciones de comportamiento y funcionamientos se presenta la siguiente matriz de caracterización de usos de aplicaciones industriales bajo realidad aumentada, la cual busca mostrar esquemáticamente las cualidades y características (de los medios de programación)

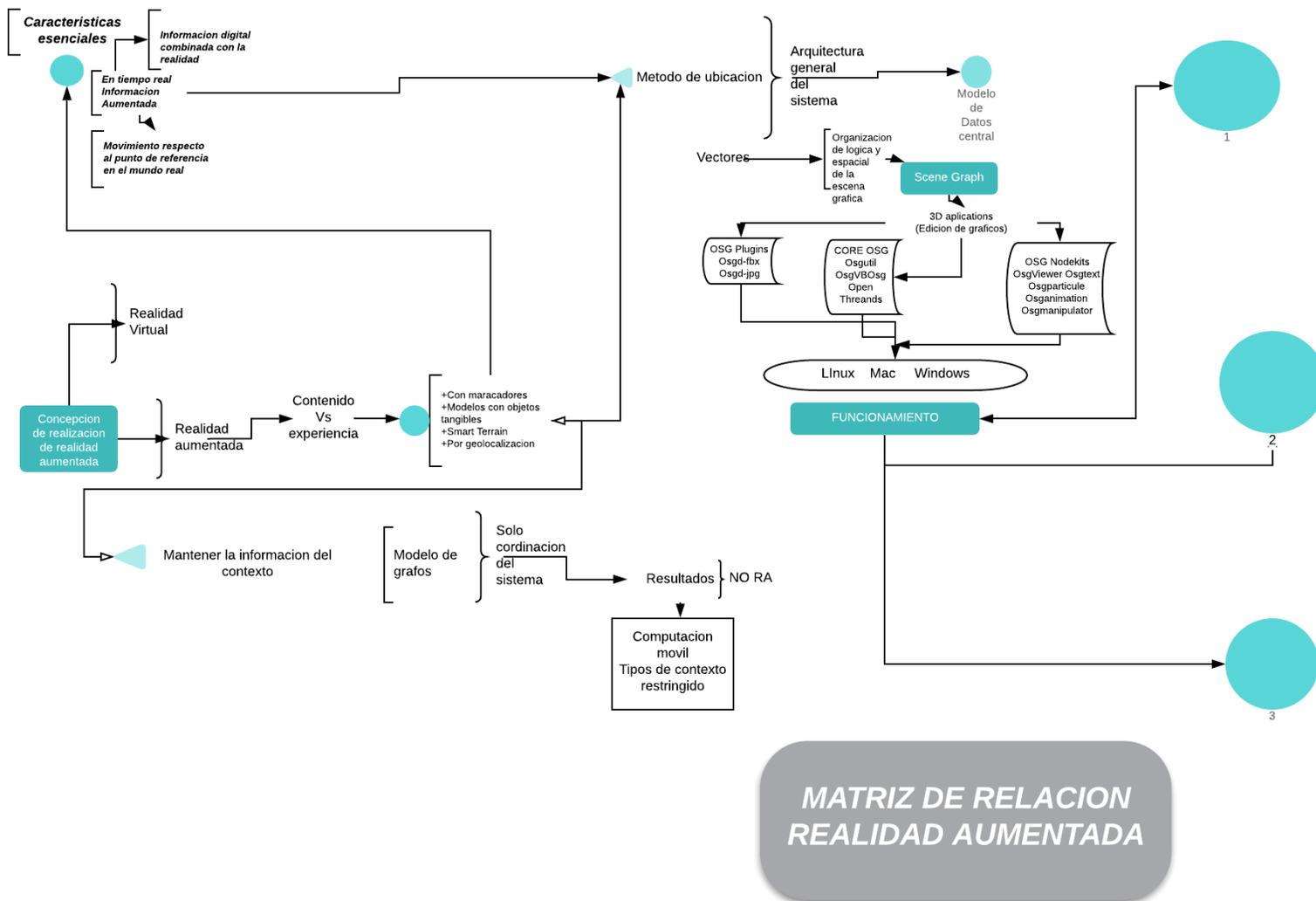
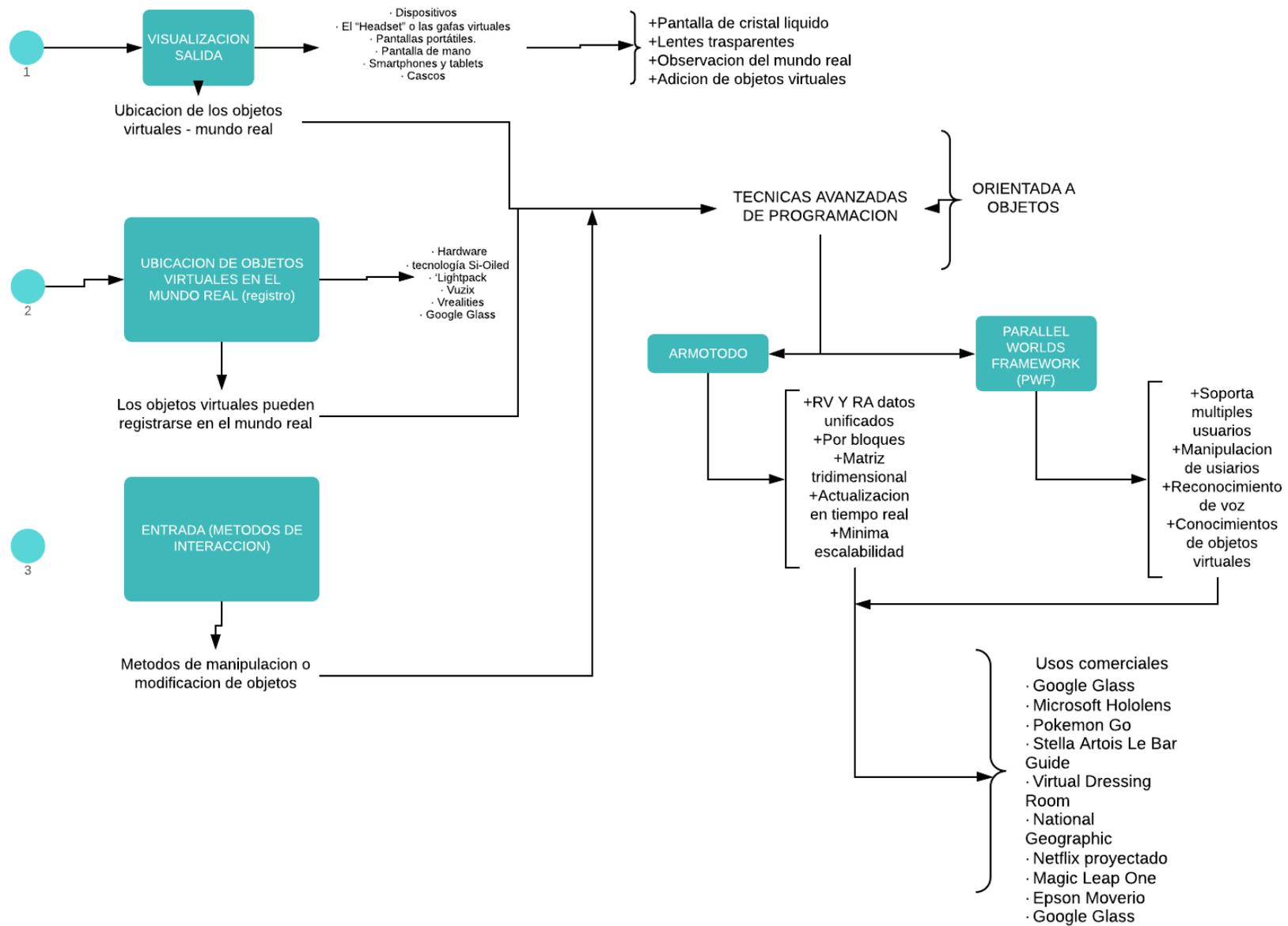


Ilustración 4. matriz de caracterización de usos de aplicaciones industriales bajo realidad aumentada parte 1



Usos de la realidad aumentada

En el presente revisión se encontró en primera instancia la herramienta denominada como Realidad aumentada y sus características, su impacto en las tecnologías de la información y en la sociedad demostrando las ventajas y los principales factores que permiten suplir diversas necesidades desde los beneficios brindados por los dispositivos tecnológicos que se usan a diario, demostrando así el alcance que tiene el ser humano por crear interacción con el mundo virtual desde su entorno físico presenta serios adelantos desde las tecnologías denominadas como de cuarta generación.

Este ensayo busca dar una clara percepción de la realidad aumentada, teniendo claro los conceptos, el uso que se le puede dar, en qué casos se puede utilizar teniendo en cuenta que estamos en un mundo que no deja de desarrollarse tecnológicamente buscando mezclar la realidad con la ficción.

Hoy en día la necesidad de mostrar y representar ideas, ha llevado al ser humano a usar la computadora como medio de comunicación visual que permite el desarrollo de nuevos software y hardware muy sofisticados que buscan plasmar imágenes simples a imágenes tridimensionales con extremo detalle visual logrando engañar al ojo humano, generando sensaciones realistas.

En términos simples la realidad virtual es una simulación generada por una computadora o reemplazo del entorno de las personas, bloqueando por completo la percepción del mundo alrededor, sustituido por un mundo digital diseñado para engañar todos los sentidos y es bastante invasiva. También la realidad virtual es una aproximación a nuestra realidad que es digital pero no la realidad por sí misma.

La realidad aumentada es totalmente diferente a la realidad virtual ya que su propósito principal es mejorar el mundo real con una serie de objetos o paneles virtuales dentro de la realidad de la persona sin cambiar la percepción de realidad y transportarla otra.

Con tantos avances precipitados que ha tenido la humanidad en los últimos años con la tecnología, hoy en día la realidad aumentada nos da ventajas a distintos campos y múltiples aplicaciones disponibles por eso son necesario estar al corriente de todo lo que pasa en nuestro entorno.

La realidad aumentada agrupa varias tecnologías que permite la integración en tiempo real de imágenes, marcadores e información generados de forma virtual sobre el mundo físico.

En la actualidad existen dispositivos especializados que cuentan con intercomunicadores que ya han penetrado en el mercado con costos bajos, pero los procesadores aún no están preparados ya que su lentitud hace difícil el desarrollo de la realidad aumentada, su deficiente hardware.

La realidad aumentada es muy poco conocida y se basa en estrategias de visualización que usa muchas tecnologías para crear aplicaciones y contenido, tomando las cualidades de la imagen captada de la realidad por la cámara, analizado por procesos de visión y así convertirla en posiciones tridimensionales. Es decir, que por medio de este proceso se determina donde hay que reemplazar un objeto real por uno virtual, cual es el objeto y en qué posición y perspectiva será ubicado.

Lo esencial para la R.A es la conectividad permanente con los dispositivos para esto es relevante cuatro elementos básicos como:

- a. La cámara que captura las imágenes reales.
- b. Los dispositivos donde se proyectan las imágenes (PDA, tabletas, consolas de video juegos PC y celulares principalmente).
- c. Software que es el elemento de procesamiento que permite interpretar la información real y virtual uniéndolas de forma adecuada.
- d. Conexión a internet

Se está considerando que los creadores de dispositivos mejoren cámaras de vídeo para la implementación de la realidad aumentada, cómo también ampliar el campo de visión, implementar lentes traslúcidos y sistema de protección del lente, obviamente el más relevante un procesador potente para respuesta más ágil y rápida del R.A.

La realidad aumentada llegó para quedarse y se irá convirtiendo en nuestro día a día.

La realidad aumentada busca integrar dispositivos por medio de un software para lograr una combinación de lo real con lo virtual permitiendo así crear emociones y sensaciones logrando al ser humano sentirse realmente en ese ambiente que tipifica un espacio real y que se determina objetos tridimensionales generados por la computadora.

La realidad aumentada a diferencias de otras tecnologías permite una interactividad constante en la mezcla todo esto se forma de una mezcla de datos que se ejecutan para crear una inteligencia artificial que se logra compactando una serie de imágenes en una posición, perspectiva correcta que se extrae den una información tridimensional donde juega un papel el cerebro del ser humano y en cuanto a la tecnología requiere equipos con mayor destreza tecnológica aunque hoy en día contamos con muchos dispositivos que permiten que se pueda proyectar una realidad aumentada gracias a las múltiples ventajas en su aplicaciones como lo son las cámaras los intercomunicadores como los son el WI-FI , BLUE TOOTH entre otros que permiten procesar señales dentro de una red inalámbrica y lograr su ubicación, se puede determinar que todavía contamos con equipos con software muy lento y los que tienen mejores características no son fácil de adquirir por sus precios elevados en estas condiciones podemos lograr una realidad aumentada demanda más esfuerzo en la preparación de los entornos.

Por consiguiente, la problemática para los desarrolladores se puede definir como el desarrollo del software para ser aplicado en los diferentes dispositivos donde los algoritmos son los que permitirán dar soluciones innovadoras en la implementación de nuevos retos.

La visualización humana es la que permite mandar varias señales al cerebro provocando la reacción de los diferentes sentidos y se conectan de manera directa con la realidad aumentada.

Los campos de aplicación en la realidad aumentada son numerosos, dentro de ellos podemos destacar los más usados en la actualidad como son la educación, el arte, entretenimiento industrial, entretenimiento, difusión de la ciencia y la tecnología, museos, presentación de productos, narraciones interactivas y en la industria militar.

Algo que ha llamado la atención en la realidad aumentada es la interacción humano-máquina que desencadena un punto de inicio en la elección de esta tecnología para la creación de contenidos y aplicaciones

Debido a lo anterior se puede inferir que La realidad aumentada es un mecanismo que ha venido evolucionando con el pasar de los años y que presenta serios retos frente a las posibilidades que ofrece su uso en diversos campos. Desde hace algún tiempo se

tienen oportunidades tan ilimitadas que van desde poder visualizar una constelación o de redecorar una habitación por medio de una simple aplicación y aún más en tiempo real, pero esto y muchas más facilidades que brinda la tecnología denominada como La realidad aumentada la cual presenta rasgos de innovación y de cambio permitiendo generar tecnologías emergentes para un cambio positivo en los medios de vida actuales.

En análisis de varias referencias se puede establecer que la Realidad aumentada es una tecnología que presenta un alto impacto en la sociedad actual, y ostenta agigantados pasos agigantados ya que sirve de soporte de múltiples aplicaciones en campos como lo son la medicina, la educación, el deporte, la arquitectura, la publicidad, la astronomía, el automovilismo, entre otros; estas aplicaciones permite generar un contexto de el mundo físico con el mundo virtual agregando imágenes y gráficos a nuestro entorno virtual.

En la realidad aumentada se utilizan varios mecanismos los cuales se usan para incorporar la realidad aumentada como lo son los dispositivos móviles, videojuegos, gafas virtuales impulsadas por Google, códigos QR, GPS, etc. Esto desde diversos aspectos como software y hardware genera experiencias que aportan un conocimiento relevante sobre el entorno.

De igual forma la realidad aumentada cuenta con una tecnología muy potente permitiendo así un pilar en innovación, teniendo en cuenta varias de sus características las cuales influyen en el desarrollo de esta tecnología; una de ellas en la interacción en tiempo real ya que permite generar un cambio de forma inmediata mediante cualquier respuesta por parte del usuario, usando también una muestra de capacidad física del entorno utilizando la dimensión en 3D e interactuando con el entorno físico, dando así la ilusión de que dichos elementos son reales.

Existen varios tipos de realidad aumentada (imágenes, espacios y lugares) los cuales tienen como propósito brindar una acción mucho más interactiva desde el mundo físico con el virtual por lo cual las imágenes cuentan con nuevas técnicas permitiendo así poder visualizar los elementos de nuestro entorno dentro de los cuales se puede encontrar el marketing de una compañía, cartas de restaurantes, mapas de ubicación con fines turísticos y de guías en tiempo de real de espacios como museos. De igual manera pueden representar y/o identificar los diferentes componentes de un motor, realizar preguntas de un examen visualizándolas sobre una turbina a escala, lo cual sucede por

medio de la superposición de imágenes en contextos reales dando una mayor experiencia al cliente con un método mucho más visual e inmersivo.

Se puede decir que esta tecnología ha generado un impacto mundial esto desde sus ventajas dentro de las que se encuentran la posibilidad de optimizar tiempo en muchas de las tareas diarias dentro de las que se pueden enumerar la industria y la logística ya que con la realidad aumentada se puede establecer a un bajo costo parámetros de cubillaje en estanterías de alta capacidad sin la afectación de la mercancía. En este aspecto el empaque, envase y embalaje, y sus formas de almacenamiento resaltan frente a aspectos como lo es la ubicación de un contenedor o caja con su ubicación y la cantidad exacta en la cual se permite estibar sin generar mayores daños al proceso de alistamiento de entradas y salidas dándole a los colaboradores la oportunidad de generar este tipo de alistamiento desde operadores digitales, sin afectar si vida y bienestar ni provocar daños o pérdidas a la compañía, de igual forma evidenciar tareas que ya estén gestionadas, así mismo reducir errores en futuros procesos y visualización de producción, dando la oportunidad de brindar mayor concentración en procesos de mayor prioridad

Dentro de los campos de mayor uso de la Realidad aumentada se encuentra la publicidad este campo es en donde se ve un proceso de innovación más alto ya que sirve para aplicar nuevas perspectivas y donde el uso de nuevas tipologías de la R.A. ha permitido la extensión en su uso en promociones, campañas, apps que permiten a los consumidores una mayor satisfacción frente a un producto o servicio disminuyendo tiempos de desplazamiento y costos asociados y donde su experiencia es diferente desde los procesos establecidos para tal fin.

Siguiendo con el rastreo de información se encuentra que otro de los campos donde la RA presenta mayor interés y campos de investigación es la medicina ya que bajo su soporte tecnológico y aplicación se han tenido acercamiento al uso de imágenes diagnosticas se han optimizado tiempos en procesos quirúrgicos o intervenciones de cualquier tipo sin afectar al usuario final, en este tipo de investigaciones se han implementado modelos de simulación que generen una mayor cercanía a lo que se quiere y también se buscan evitar riesgos a la hora de aplicar los procesos en el ambiente físico permitiendo una mayor experiencia sin altos niveles de accidentalidad; esto genera para las empresas presenten niveles más altos de rentabilidad.

Dentro de los campos de ampliación también se encuentra que la educación es uno de los campos donde se aplica como soporte en sus procesos la RA, ya que al momento las tecnologías de la información permitan que los procesos académicos sean más flexibles así como atractivos e interactivos, conteniendo técnicas eficientes, esto de la mano de uso de opciones pedagógicas que se han venido desarrollando y evolucionando como lo es la visualización de objetos de estudio desde un dispositivo móvil con un grado de mayor interactividad. Esto se ve reflejado en las ayudas que hoy en día brinda tanto a estudiantes como a los maestros, por medio de aplicaciones y procesos que promuevan el autoaprendizaje y que esto sea mucho más didáctico dándole a así a nuestro sistema tanto tradicional como de formación virtual una nueva veta hacia alternativas de conocimiento digital permitiendo una mayor absorción de cada uno de las áreas que sea posible aplicar esta emergente tecnología.

Dentro de los conceptos relevantes encontrados en el rastreo de información se encuentra la favorabilidad que presentan las propiedades las cuales han sido extrapoladas desde la realidad virtual (VR) hacia los componentes de construcción y ejecución de la realidad aumentada (AR) y como se aplica a la percepción háptica, sus diferencias y su mejoramiento al entorno real, buscando así una realidad mixta vinculando realidad tanto virtual como aumentada.

La percepción háptica en donde intervienen los sentidos del tacto y la visión este proceso es muy importante ya que por medio del tacto podemos describir el aspecto de un objeto, su tamaño, forma, textura, dureza entre otros; este sentido se desarrolla con el inicio de nuestra vida donde empezamos a desarrollar y describir cada cosa que tocamos y es muy importante que la percepción háptica se esté vinculando al proceso de las tecnologías en auge como lo son la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR).

La percepción háptica una vez ha sido aplicada a las tecnologías promete ser una experiencia totalmente diferente ya que sería muy útil no solo para el área del entretenimiento y el ocio del mercado sino también para poder aplicar a “vehículos en que se trabajará la percepción háptica será la pantalla táctil, el objetivo es que las pantallas proporcionen información al conductor sin que este tenga que desviar la mirada.” Evitando que el conductor retire la mirada de la vía y disminuir factores de riesgo y accidentalidad, la aplicación de estas tecnologías permitirá trabajar con el tacto en

muchos entornos tanto digitales como virtuales, que al momento de ingresar o visualizar cualquiera de estas dos realidades puedan llegar a sentir pequeñas pulsaciones y sensaciones puede ser de acuerdo al tipo de ambiente.

Este tipo de características muestran en la actualidad el favorecimiento de los procesos ya vistos, así como tecnologías aplicadas en tecnologías de transporte, industrias, comercio y entretenimiento teniendo este último múltiples ejemplos de desarrollo

Dentro de los aspectos relacionados a la industria es un campo que aun presenta un rezago frente a otros, esto se infiere ya que solo pocas herramientas permiten una mayor eficiencia y agilidad en los procesos. De acuerdo a esto los objetivos de la realidad aumentada para las empresas, serán basada en una mejora continua para la industria dado a conocer como una herramienta que sea integrada a procesos, donde la tecnología determine un proyecto funcional para alcanzar las mejores estrategias de producción.

Dentro de estas aplicaciones se encuentra la dedicadas a la producción de vehículos automotores donde se logró la estandarización de procesos para su fabricación, esto presento un el desarrollo de un sistema que verificaba los puntos para la soldar en los vehículos siendo así este sistema, está especializada con la realidad aumentada, integrando se con nuevas tecnologías para identificar desgaste en el proceso. Así se desarrolló espacios donde se identificará los importantes aportes de la tecnología es lo procesos para una producción más eficiente. Esta tecnología es capaz de identificar re procesos que puedan conllevar una cadena de planeación, generando una gestión mejor determinada y así optimizando escenarios que permitan una estrategia mejor fundamentada.

Hoy por hoy se busca que los procesos en las industrias sean más simplificados y es así como se necesita que las empresas sean inteligentes, aprovechando las tecnologías como un aporte a los estándares de la operatividad de los métodos para una efectiva producción.

La reducción de tiempos en la fabricación es una medida interesante en la observación realizada, los resultados demuestran el aumento de la eficiencia en los procesos, conllevando a la mejora de la calidad de la producción; además disminuyo el tiempo de espera y aumentara la optimización en cada punto de las empresas, es por esto que en

la automotriz se identifica como parte fundamental en la fabricación ya que esta ayuda a la mejora de la implementación de diseños definitivos que eviten que se generen malos resultados y mejores razones para ser usada.

Como objetivo principal adecuara la industria automotriz para la modernización de los nuevos mercados, evidenciado de un estudio de mercado que los procesos mejor ejecutados serán los más prósperos, sin embargo, con la competencia se verá el resultado de los procesos que se ejecutan con mejor tecnología, porque de la realidad aumentada se evidenciara la realidad de la industria.

Durante diversos períodos las industrias prueban la forma de proyectar la tecnología a sus espacios de trabajo, simplificando el manejo de los procesos en las ubicaciones de los diseños, por esto es que la empresa automotriz General Motors evidencio el mejor funcionamiento para su proceso, generando posiciones estratégicas en la soldadura de sus ensamblés identificándolas de la mejor manera, con tecnología que identificase una alineación en la producción y confirmando la automatización en su fabricación. Desarrollando sistemas tecnológicos donde se evaluarán la producción como parte fundamental proyectado a la organización de los procesos.

Se encargaron de evaluar los procesos donde se identificará las mediciones que registraba la ubicación de la soldadura, generando así un valor agregado proyectado con la realidad aumentada, analizando requerimientos específicos para el cliente final y destacando mejores resultados en los procesos desarrollados; para que al final los consumidores fueran los que evidenciaran los resultados de la proyección generada con anterioridad.

Siendo así que con el pasar de las nuevas tecnologías, la modernización lograra eficiencia en la detección y evaluación del monitoreo de producción en la empresa.

Uno de los artículos revisados muestra un ejercicio interesante sobre la aplicación de RA en un campo manufacturero, El artículo se denomina “Use of projector based augmented reality to improve manual spot-welding precision and accuracy for automotive manufacturing”. Fue publicado en la revista International Journal of Advanced Manufacturing Technology, con el área principal de Ciencias de la computación con subarea Ingeniería industrial y de manufactura. La revista se encuentra ubicada en el

cuartil Q1 según (Scimagojr, 2019). El artículo fue recibido el 18/03/2016 / Aceptado el 11/07/2016 / Publicado el 25/07/2016.

El artículo presenta un estudio de caso y los resultados de la aplicación de la realidad aumentada, basados en un proyector configurado para gestión de garantía de calidad industrial, aplicado para resaltar las ubicaciones de los puntos de soldadura por puntos en un vehículo, para los operadores que realizaban esta labor manualmente.

El objetivo de la herramienta es mejorar la calidad de los puntos de soldadura frente a la precisión, con la ayuda de señas visuales, el prototipo fue implementado en la planta de General Motors (GM) Holden en Elizabeth, Australia, en la línea de producción que construye los vehículos Holden Cruze. Esta industria de manera decidida ha buscado las mejoras en las prácticas de fabricación y sus diseños utilizando nuevas tecnologías. Anteriormente se realizaban pruebas periódicas de dos tipos a los paneles de montaje pequeños los cuales actualmente son realizados manualmente. A estos procesos se le realizan dos tipos de pruebas, la primera de ellas denominada como destructivas, donde se saca el cuerpo de vehículo, y la segunda es utilizando un probador ultrasónico, el cual mide el grosor de la soldadura, la ubicación de la soldadura se realiza por pruebas que se realizaban por medio de inspecciones.

Trabajos priorizados

El mayor porcentaje de la investigación se centró en las pistolas de soldadura de tipo laser, arco metálico (gas). Lo anterior para operadores manuales y los automatizados (robots de fabricación) y se estudió la precisión de los puntos de colocación de soldadura, formaciones de soldadura y la distribución. Se propuso el método que aplicaba realidad aumentada para la interacción de la RA en sus procesos de fabricación. Es importante resaltar que no es la única compañía de esta industria que fomenta el uso de parámetros asociados a la RA, por ejemplo, la utilización de Head-Up Displays (HUD) para proyectar información en el parabrisas del vehículo y Volkswagen. Los mayores inconvenientes encontrados por estas industrias radican en usabilidad del operador y lo relacionado a las interrupciones del trabajo, normas de seguridad y las condiciones laborales de la planta.

La propuesta específica del proyecto y realizó un sistema basado en RA para el ensamble y planificación manual que permitieran la visualización de los cambios de

diseño de producción y optimiza los medios existentes frente a los requisitos de producción. Para la aplicación práctica se escogió en la planta de GM y la línea de producción GM Holden Cruze, con trabajo manual.

Dentro de las características que dictaminó su escogencia fue el tamaño que permitió un espacio mayor para el desarrollo y aplicación de los prototipos SAR, la propuesta desarrolla la proyección en la superficie de RA. Para el tipo de vehículo escogido existen dos variaciones de puntos de soldadura que difieren frente al área de superficie del panel del vehículo la cual es de aproximadamente 1,5 m. (ancho) y 1,5 m (longitud) y se coloca en un accesorio estático en 1m por encima del suelo.

El flujo de trabajo expone dos operadores asignados por estación donde el proceso de soldadura se lleva a cabo, entre estas dos personas se sueldan 62 soldaduras por puntos y Seis soldaduras en los 180 s asignados. El tiempo incluye alzando el panel sobre el accesorio, asegurándolo, soldando, verificando las soldaduras, aflojando las abrazaderas y levantando la pieza en un accesorio giratorio para mover el panel en la estación de soldadura robótica.

Debido a la disposición de la estación y la proximidad de otras estaciones, la colocación de proyectores no pudo ser montado desde el piso, ya que esto interrumpiría el flujo natural de los pies de los operadores. Por lo tanto, una viga montada se estableció como la solución. Antes de realizar la prueba aplicada, se realizó un piloto que establecía el uso de herramientas con los diagramas en papel, en la cual el operario realizaría toda la operación manipulando las pistolas desenergizadas. Para las tareas de soldadura el operario contó con señalización de las zonas donde realizaría la operación, esto produjo un ahorro de 30 segundos en la colocación de la pistola realizada por operadores sin experiencia.

Tras realizar las pruebas pilotos con éxito, se implementaron los proyectores SAR en una línea de producción con dos variantes de los vehículos GM Cruze en la planta. El estudio se realizó en la línea de producción, en cuatro turnos entre julio de 2013 a octubre

de 2013, la metodología establecida evaluaba la medición del flujo de trabajo, para soldadores altamente calificando utilizando el sistema de realidad aumentada como ayuda virtual.

La validación del método se realizó evaluando la calidad de la soldadura por medio de cámaras colocadas en la línea de producción, el cual tomada fotografías de los 66 puntos de soldadura, lo cual se dificultaba frente a la colocación de las cámaras, ya que al colocar los paneles y no poder removerlos, por lo cual solo se tomaron medidas de precisión a seis puntos de soldadura. En los cuales se colocaron (galgas) plantillas con círculos concéntricos con una separación de círculos concéntrica establecida cada 1 mm, los cuales permitieron la medición numérica precisa.

Resultados

La evaluación se realiza en 299 vehículos en los cuales no se usaron las plantillas y la RA y en 177 donde se usaron ayudas visuales. Se establecieron pruebas estadísticas con referencia a la media y desviación estándar y con intervalos de confianza.

Se obtienen los siguientes resultados:

<i>Soldador</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>Diferencia</i>	<i>IC</i>
W1	3,53	0,27	4,82	0,42	1,29	95%
W2	4,42	0,4	6,96	0,37	2,54	95%
W3	4	0,44	13,73	0,57	9,73	95%
W4	5,32	0,42	9,16	0,56	3,84	95%
W5	3,11	0,41	7,07	0,26	3,96	95%
W6	4,42	0,45	5,18	0,34	0,76	95%

Las conclusiones del experimento realizado presentan un avance significativo en cuanto a la precisión utilizando el sistema de proyección SAR en comparación con las prácticas actuales de soldadura. Se encontraron mejoras de al menos un 15% (W1, W2, W5 y W6) con pistola de soldadura que tiene restricciones físicas.

La mejora más grande fue en las regiones de forma libre del panel (W3 y W4). Los resultados son validados estadísticamente. Se encuentran pequeñas mejoras en W1 y W6. Esto refuerza la hipótesis de que el uso de señales visuales aumentadas produce soldaduras por puntos que están más cerca de la ubicación de diseño óptima con mayor

exactitud y precisión. Esto demuestra el beneficio de teniendo un sistema de proyección AR en la línea de producción.

Dentro de lo encontrado también se observa que esta tecnología es mayormente aplicada a procesos de interacción, entretenimiento y ocio, ya que permite la abstracción hacia mundo irreales o campos reales transportando distintos lugares del planeta tierra solo con hacer uso de un casco, gafas especiales entre otros, y poder visualizar todo de forma completa en 360 grados, se conoce que en la actualidad “el 74% de personas usa la realidad virtual en videojuegos y 42% para visitas virtuales.” (Shutterstock, 2018),

Muchos videojuegos usan la realidad virtual, con el sistema de educación también ha sido aplicable para visitar lugares de todo el mundo, museos, bibliotecas, aprender de geografía, sociales, historia, astronomía entre otros; en el campo de la salud se aplica para generar simulación de partes del cuerpo para prepararse ante una cirugía sin afectar la vida del paciente por falta de tiempo o desconocimiento.

Caracterización base de la algoritmia

Los artículos de revisión de literatura sobre la algoritmia presentan la siguiente estructura:

Tabla 5. Matriz documental Algoritmia

Matriz de revisión Algoritmos (aplicaciones)				
No.	Título	Autores	Idioma	Aplicación
1	A Genetic-Algorithm-Based Explicit Description of Object Contour and its Ability to Facilitate Recognition	A Genetic-Algorithm-Based Explicit Description of Object Contour and its Ability to Facilitate Recognition	Ingles	Reconocimiento de objetos

2	A Modified Genetic Algorithm For Community Detection In Complex Networks	Songran Liu / Zhe Li	Ingles	Redes complejas
3	Steepest Descent Algorithms for Optimization Under Unitary Matrix Constraint	Traian E. Abrudan / Jan Eriksson / Visa Koivunen	ingles	Optimizacion
4	Transfer Learning-Based Dynamic Multiobjective Optimization Algorithm	Min Jiang / Zhongqiang Huang / Liming Qiu / Wenzhen Huang	Ingles	Evolutivo multiobjetivo
5	Research on Intelligent Welding Robot Path Optimization Based on GA and PSO Algorithms	TONG YIFEI , ZHONG MENG, LI JINGWEI, LI DONGBO, AND WANG YULIN	Ingles	Proceso industrial soldadura
6	An adaptive thresholding algorithm for te augmented reality toolkit	Mario Lorenz ; Sebastian Knopp ; Philipp Klimant	Ingles	
7	A Quick Algorithm for Snapping 3D Objects in Augmented Reality	Trien V. Do ; Jong-Weon Lee	Ingles	
8	Distributed Optimization for Shadow Removal in Spatial Augmented Reality	Jun Tsukamoto ; Daisuke Iwai ; Kenji Kashima	Ingles	Imágenes

9	Prototype Algorithm Design for Web Based Service Oriented Architecture Mobile Augmented Reality System	Jatin Shah ; Bijendra Agrawal	Ingles	Arquitectura
10	A path generation method for path tracking algorithms that use te augmented reality	Min-Ho Kim ; Min-Cheol Lee	Ingles	Arquitectura
11	Detection time of machine by posit algorithm through augmented reality	Suman Bhakar ; Devershi Pallavi Bhatt	Ingles	Optimizacion
12	Mobile robot navigation based on Fuzzy Cognitive Map optimized with Grey Wolf Optimization Algorithm used in Augmented Reality	Ehsan Malayjerdi ; Mahdi Yaghoobi ; Mohammad Kardan	Ingles	Optimizacion
13	Research on te application of PSO algorithm in non-linear camera calibration	Dechao Wang ; Yaqing Tu ; Tienan Zhang	Ingles	Optimizacion / produccion
14	Fast X-Ray CT Image Reconstruction Using a Linearized Augmented Lagrangian Method With Ordered Subsets	Hung Nien ; Jeffrey A. Fessler	Ingles	Optimizacion / produccion

15	OpenSURF Algorithm Improvement for Augmented Reality Based on te Natural Features	Jin Yang ; Fang-Wen Zhu ; Zheng-Peng Yuan ; Shi-Hui Zhang ; Xu-Dong He	Ingles	Realidad aumentada
16	Comparative study on nature inspired algorithms for optimization problem	Ishani Luthra Department of Computer Science & Technology, Amity University, Noida, India ; Shubham Krishna Chaturvedi ; Divya Upadhyay ; Richa Gupta	Ingles	Optimizacion
17	Three dimensional fuzzy carrot-chasing path following algorithm for fixed-wing vehicles	Seyed Amir Hossein Tabatabaei ; Aghil Yousefikhoma ; Moosa Ayati ; Seyed Saeid Mohtasebi	Ingles	Movilidad
18	Path planning of robot in three-dimensional grid environment based on genetic algorithms	Hua Zhang ; Manlu Liu ; Ran Liu ; Tianlian Hu	Ingles	Movilidad
19	Optimal linear representations of images for object recognition	Xiuwen Liu ; A. Srivastava ; K. Gallivan	Ingles	Optimizacion / produccion

20	Three dimensional unmanned aerial vehicle path planning by a continuous optimization method	Wang Yin ; Zeng Xingxing	Ingles	Movilidad
21	RDTC Optimized Compression of Image-Based Scene Representations (Part I): Modeling and Theoretical Analysis	Ingo Bauermann ; Eckehard Steinbach	Ingles	Arquitectura
22	Computer-generated hologram with phase retrieval algorithm and nonlinear amplitude limiting	Da-Qing Chen ; Ji-Hua Gu ; Hao Zhou	Ingles	Arquitectura
23	Simplified digital holographic reconstruction using statistical methods	J.A. Fessler Dept. of Electr. Eng. & Comput. Sci., Michigan Univ., Ann Arbor, MI, USA ; S. Sotthivirat	Ingles	Optimizacion / produccion
24	La rápida optimización del sistema de holografía digital.	Gülhan Ustabaş Kaya ; Zehra Saraç	Ingles	Arquitectura
25	Optimization of computer-generated holograms by an artificial neural network	S. Yamauchi Fac. of Eng., Ryukyus Univ., Okinawa, Japan ; Y.-W. Chen ; Z. Nakao	Ingles	Optimizacion / produccion

Los algoritmos se componen por tres criterios lo cuales permiten entender más a fondo este proceso tecnológico que permite resolver problemas en distintos campos de la ciencia, la educación y la industria:

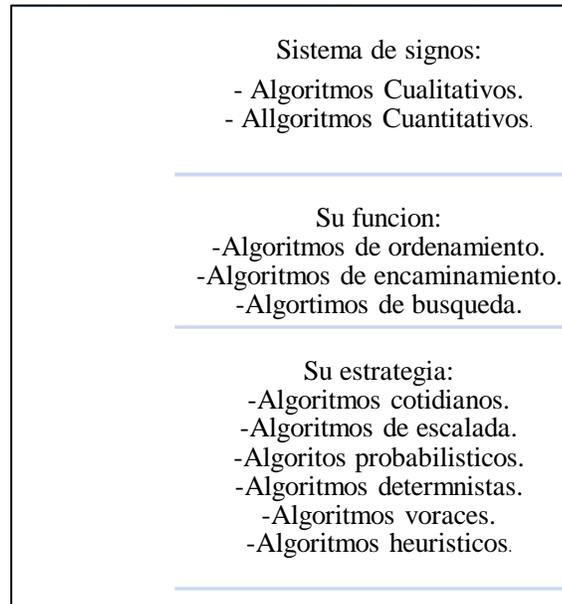


Ilustración 5. Tipos de algoritmos

Tomado de: (IEJEMPLOS, 2016)

Como se puede observar los algoritmos pueden ser vistos y representados por distintos procesos en diferentes campos y “Es importante resaltar la importancia de los algoritmos ya que representa un **elemento básico para las matemáticas**, la informática, la robótica, ya que a través de ellos se logra un ordenamiento de ideas”. (definición, 2019).

Por otro lado, los lineamientos de aprendizaje con el pasar del tiempo han estado en bastante cambio, crecimiento e innovación, dando a las personas múltiples modalidades de estudio y absorción de conocimiento, no solo de forma presencial sino también de forma virtual permitiendo a la sociedad poder ingresar y tener nuevas alternativas de aprendizaje.

Podemos argumentar que los procesos virtuales han sido un pilar importante para la educación ya que ha permitido fortalecer los conocimientos por medio de plataformas virtuales y generar una educación a distancia donde se han podido crear nuevas

metodologías, competencias y procesos de evaluación que permitan integrar al estudiante a esta modalidad.

Además, que este tipo de procesos permiten dar un impulso a que seamos autodidactas, generando e implementando nuevas formas de aprendizaje el uso de las herramientas tecnológicas y programas de una forma mucho más dinámica e interactiva,

La formación online es una opción con bastante demanda ya que permite dar una mayor flexibilidad no solo en el tiempo para poder asistir a las clases virtuales ya que las modalidades son bastantes y nos permiten poder asistir sin necesidad de dejar de lado varias de nuestras responsabilidades, de igual manera el contacto con el tutor o maestro se realiza a través de foros de acompañamiento, chats o video chats que permite un mayor alcance frente a cualquier pregunta e inquietud que sea necesaria y por otro lado podemos generar vínculos con personas de distintos lugares.

De igual forma el ambiente virtual nos permite ser un poco más críticos frente a diversos temas que son aplicados en la materia o áreas de interés ya que la modalidad virtual nos brinda una gran variedad de programas y cursos, ya que muchas veces de la forma tradicional no es posible muchas veces por temor a errar en una discusión.

Hay que tener en cuenta que “los requisitos para aprobar son los mismos para los estudiantes online que para los estudiantes que asisten a clase de forma presencial, que tienen que realizar exámenes, trabajos, presentaciones, pruebas y proyectos en cualquiera de los dos formatos. Cada una de estas tareas puede venir con una fecha límite que los candidatos online o presencial deben cumplir indistintamente”. (ekuatio, 2017); Todo esto sin la necesidad de desplazarse permitiendo así una mayor participación y generando un gran ahorro en su bolsillo.

Otra de los puntos a favor de la educación online es que el precio y la sostenibilidad tanto para el estudiante como para la institución y es bastante asequible, permitiendo así una mayor cantidad de estudiantes y brindado así la oportunidad de poder sacara una carrera, un título, un posgrado o doctorado e incluso el bachillerato, dando nuevas alternativas de liderazgo e inclusión a nuevas áreas del conocimiento la industria y educación.

El sistema de educación de calidad ha tenido puntos bastante positivos en la implementación de nuevos modelos de formación virtual dando la oportunidad no solo a

los maestros y estudiantes si no a la comunidad en general y un claro ejemplo son los algoritmos presentados en la revista (al., 2013), un sistema de computabilidad que se ha venido implementando desde hace casi un siglo iniciando con el algoritmos y sistemas simples como lo son los algoritmos cualitativos y cuantitativos que inicialmente generaban procesos en secuencia paso a paso y cálculos numéricos con una solución objetiva; el conocerse e incluirse en los muchos de los programas educativos de buen nivel y no solo en universidades e institutos reconocidos permitirá un mayor acceso frente a cualquier tipo de campo o área sea del sector educativo, industrial o cultural.

El estado actual del uso de los algoritmos

El entender y caracterizar el amplio universo de la algoritmia, los múltiples usos en la solución de problemas y su participación en el desarrollo de la industria, medicina, física y química estructurando medios, métodos y formas para la optimización en los procesos.

En la actualidad se encuentra la siguiente secuencia en la presentación y ejecución de algoritmos de optimización:

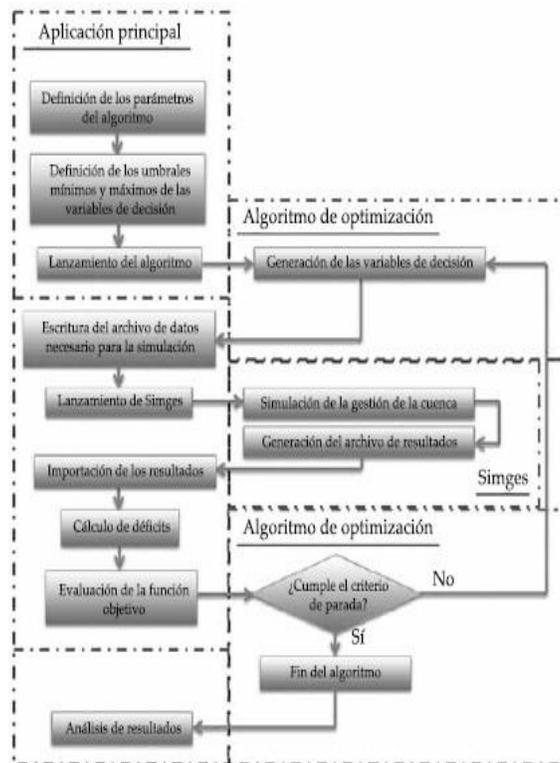


Ilustración 6. Metodología de acoplamiento

Tomado de: (Paredes, Andreu, & Solera, 2015)

El análisis de datos en pro de agilizar los procesos y resolver cada uno de los problemas presentados en la industria, para obtener mejores resultados han llevado a los investigadores a hallar nuevas técnicas en la aplicación de algoritmos, en la industria cervecera por medio del algoritmo Dormand-Prince utilizando MATLAB-SIMULINK se simuló el proceso de fermentación de cerveza artesanal donde se recolectaron muestras para obtener datos en el ambiente adecuado manteniendo una temperatura de 21° para obtener el proceso de fermentación, el modelo matemático utilizado para esta simulación fue planteado por Gee y Ramirez (1988) Computational methods for process simulation.

En la calibración del modelo se tomaron en cuenta las mediciones obtenidas de las variables de estado (glucosa, maltosa y maltotriosa) y la variable de salida (etanol). Para llevar a cabo la calibración del modelo se planteó un problema de optimización, usando el procedimiento de mínimos cuadrados no lineales para estimar los valores de los parámetros de mayor importancia, los cuales fueron seleccionados previamente

mediante el análisis de sensibilidad. El algoritmo de optimización utilizado permitió aproximar lo más posible las predicciones del modelo a las mediciones.

ASAM (Algoritmo Simulated annealing modificado) este algoritmo permite una exploración global a altas temperaturas y una exploración local a bajas temperaturas dando un equilibrio entre la exploración y la explotación del algoritmo. En total se realizaron 19 funciones de prueba donde se pudo demostrar un mayor rendimiento en problemas de fabricación de infraestructura civil el éxito del algoritmo es que permite un mayor radio de búsqueda dentro del universo del problema, reduciendo el margen de error es considerado un algoritmo de optimización robusto resolviendo problemas con y sin restricciones con precisión muy por encima del algoritmo básico SA, los criterios del autor para evaluar el desempeño del algoritmo fueron desviación estándar baja, tiempo de ejecución promedio, número de interacciones realizadas los resultados arrojados están por encima de otros métodos empleados.

Las Heurísticas para el Ajuste de Algoritmos de Control de Plataformas Robóticas de Movimiento en Simuladores presentan el objetivo de todo simulador de vehículos es proporcionar al usuario una sensación de pertenencia a un entorno virtual alternativo. Para ello, se deben estimular, del modo más eficaz posible, las claves sensoriales que hacen posible que el usuario sienta como cierta esa pertenencia al mundo virtual. Aunque la mayoría de simuladores suelen centrarse en las claves visuales y sonoras, existen otras que también deben ser tenidas en cuenta.

Entre las claves extra-audiovisuales más importantes se encuentran las claves gravitoinerciales, relacionadas con la percepción del movimiento © 2016 CEA. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND Disponible en www.sciencedirect.com Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 14 (2017) 193–204.

Algoritmos de washout, Estos algoritmos toman como entrada el estado físico del vehículo simulado y generan como salida la pose deseada para la plataforma robótica en forma de grados de libertad (GdL) traslacionales y rotacionales, que es transformada en consignas para el control de los actuadores (Garrett and Best 2010).

Para poder aplicar los algoritmos de washout se deben de tener en cuenta 3 aspectos para que estos se ajusten a la necesidad del problema y solución del mismo, 1 la naturaleza del problema si es complejo o de fácil ejecución el 2 tiene que ver con la capacidad de ajuste y comunicación entre los movimientos esperados ya que la coordinación y movimientos de los seres humanos varían dependiendo de varios factores edad, sexo, estatura, motricidad, agilidad, espacio, fuerza estos parámetros generar una serie de órdenes que se deben abordar e ir descartando para encontrar un movimiento estándar que cumpla y ejecute el trabajo y el 3 la falta de criterio o la búsqueda del movimiento esperado se debe generar un estándar óptimo de movimiento que garantice la solución más eficiente del problema establecido no es posible generar un movimiento idéntico al original, se define la fidelidad (Sinacori 1977).

La evaluación de un algoritmo de washout se realiza mediante la percepción de varios pilotos puede ser de manera objetiva cuantitativa, de forma directa se evalúa la parte física del algoritmo de cómo se percibe y como se refleja, respecto al ideal de ejecución, de forma indirecta se analizan los factores que influyen en la ejecución por parte del usuario. La evaluación más habitual es la subjetiva donde se realizan múltiples pruebas con información recolectada, los pilotos son sometidos a diversas variaciones y dan su punto de vista del mejor acople o sensación que genera el simulador, la desventaja de esta prueba es su lenta ejecución, pero es la forma natural de abordar el problema

Búsqueda Exhaustiva Discretizada (BED) La estrategia de búsqueda exhaustiva discretizada consistiría en recorrer todo el espacio de soluciones posible (previamente discretizado con un cierto nivel de detalle) para ver cuál es la mejor solución. Esto se corresponde con una estrategia de tipo backtracking (Ferri, Albert et al. 1998).

Monte Carlo (MC) selecciona de forma aleatoria valores para las posibles soluciones, realiza un cálculo determinista, la aplicación de este esquema intenta evitar una búsqueda exhaustiva del espacio de soluciones (Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 14 (2017) 193–204).

El Eco-Driving una técnica para optimizar el consumo de combustible el desgaste de la máquina y prevenir futuras fallas en el mecanismo de un automóvil, con herramientas que permiten identificar las vías por donde recorre un vehículo, identificando de manera previa condiciones climáticas, carretera, trafico, distancias, vías alternas, de gran utilidad en empresas de administran flota, aunque el tema esta en auge y se debe generar socialización para cambiar los prototipos actuales de conducción y alcanzar el ideal de conducción en la aplicación de un conjunto de reglas tales como: mantener una velocidad constante, evitar acelerar y frenar bruscamente, circular con marchas altas y conducir a una velocidad máxima de 90 Km/h. Aplicando estas reglas de conducción podremos ahorrar entre un 5% y un 25% de combustible (Mukay and Kanoh, 2008, Barbé and Boy, 2006, Van Mierlo et al, 2004, Koskinen, 2008, Johansson et al., 2003).

Algoritmo ASGA (Average Genetic Algorithm) El algoritmo ASGA propuesto para obtener la velocidad media óptima se basa en los algoritmos genéticos. Este tipo de algoritmos consta de un conjunto de etapas bien definidas: representación, función de optimización, inicialización, selección, cruce, mutación y reemplazamiento.

Representación aquí se establecen las condiciones del viaje, velocidad, tiempo y tramo recorrido simulando los diferentes escenarios para hallar las condiciones descritas mas optimas, las funciones de optimización para evaluar las soluciones son peso velocidad y aerodinámica del vehículo, el algoritmo fue probado en 3 escenarios con factores cambiantes como ambiente y tráfico y arroja un resultado de ahorro de combustible entre 7% y 8%, fue ejecutado en un teléfono Android ya que gracias a su avance tecnológico permite tomar registros precisos debido a los sensores implementados, el autor afirma que el crecimiento exponencial de la tecnología Android permite un margen de error cercano a cero y una ejecución que soporta el algoritmo planteado. Los métodos de

optimización global se clasifican en 2 grandes grupos deterministas que son considerados costosos debido a su esfuerzo computacional donde la mayoría de veces los problemas deben de ser replanteados dependiendo el modelo utilizado.

Formalmente los algoritmos deterministas se pueden definir en términos de una máquina de estado; un «estado» describe qué está haciendo la máquina en un instante particular de tiempo. Justo cuando se produce la entrada, la máquina comienza en su «estado inicial» y posteriormente, si la máquina es determinista, comenzará la ejecución de la secuencia de estados predeterminados.

En las técnicas estocásticas de optimización global (SGO) intervienen elementos probabilísticos y números aleatorios, tienen diferentes características atractivas para el campo de la ingeniería simples y fáciles de implementar, no es necesario la estimación previa, tienen la capacidad de resolver gran variedad de problemas con capacidad de proveer resultados robustos en problemas altamente no, lineales con gran cantidad de variables de decisión rápida convergencia hacia la solución óptima. El algoritmo denominado colonia de hormigas (ACO) está inspirado en la manera de interactuar de manera eficaz en el proceso de búsqueda de alimento aplicado con gran éxito en problemas clásicos como el vendedor viajero, determinación de rutas para vehículos, optimización de procesos industriales químicos, entre otros.

Los estudios del desempeño colectivo de las hormigas abarcan el análisis de su comportamiento cuando buscan y transportan forraje (alimento), la división de labores, la organización de sus cementerios y el envío de ayuda. En particular, la búsqueda de forraje es el comportamiento que más se ha modelado debido a que genera un mecanismo complejo y eficiente con individuos no tan sofisticados En la literatura, Deneubourg et al. describieron un ejemplo particular de comunicación indirecta entre individuos basada en deposiciones de químicos (feromonas) en la región por la que la hormiga ha explorado y encontrado alimento.

Con base en dicho mecanismo de comunicación, Dorigo propuso el primer algoritmo que

modelaba la tarea de recolección de forraje como una estrategia colectiva, cuyas primeras implementaciones representaron el surgimiento de los algoritmos de optimización del tipo colonia de hormigas (Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Volume 30, Issue 3, July–September 2014, Pages 178-187J. A. Fernández-Vargas, A. BonillaPetriciolet.

El método estocástico permite abarcar gran cantidad de soluciones de problemas en espacios continuos sin generar grandes modificaciones a la estructura básica, este ha sido el algoritmo de mayor estudio ya que nos permite generar soluciones rápidas y confiables a problemas que no son de fácil acceso.

Rutas de Distribución optimas utilizando algoritmos genéticos: en la búsqueda de alcanzar, fidelizar los nuevos mercados y garantizar la llegada de productos a clientes se implementa un sistema utilizando algoritmo genético que proporciona información sobre rutas optimas y establece todas las variables dispuestas que se presentan en una operación logística la principal función es optimizar y reducir el coste total de desplazamiento y tiempos de entregas maximizando el beneficio económico y la utilidad del recursos combustible y desgaste de máquina.

El algoritmo genético se comporta como un cromosoma siendo este el problema central y genes siendo la posible solución dando inicio a una nueva generación de individuos con la facilidad de estos ser mejorados en cada generación, la implementación de este algoritmo permitió agrupar datos como desplazamiento tiempo de espera ventanas horarias, coste por hora de trabajo y un incremento del tiempo, para ser utilizado en la visita de nuevos clientes, permitió generar mapas guía ,para futuras entregas y la confirmación en línea de las mismas, permitiendo tener información asertiva sobre el estado de la función designada y el avance operacional de los vehículos.

Los esfuerzos de unificación de información comparativa entre entrega vs preventa obtuvieron un avance del 12% permitiendo actualizar datos en línea gracias al sistema de geo referencia configurado, se redujo la flota en determinado canal en un 4% siendo

esta trasladada para atender otro segmento del mercado, ampliando el nivel de impacto en el mercado.

Debido a su alto desempeño y el resultado óptimo obtenido se realizaron ajustes en las variables desplazamiento, productos y recorrido para obtener la estructura y dar inicio a una simulación para determinar el tiempo y la cantidad de referencias preparadas por hora generando estándares según la cantidad de la orden, se obtuvo una mejora en la planimetría del almacén en el desplazamiento del personal de alistamiento y una mejora en la planeación para el abastecimiento de producto, con un mayor flujo en el alistamiento de ordenes genero un avance de alistamiento del 8 % en el resultado global

Heurísticas Una heurística es un algoritmo que permite obtener soluciones de buena calidad para un problema dado. Esto permite tener menores tiempos de ejecución, pero sin asegurar la optimalidad de la solución.

Una metaheurística es una estrategia (heurística) general para la resolución de una gran variedad de problemas para los que no existe un algoritmo confiable de resolución, ya sea por la complejidad del problema, o por falta de estudios en la resolución de éste.

Algoritmos híbridos, en ellos se combinan aspectos de varias heurísticas, metaheurísticas o algoritmos exactos para obtener lo mejor de ellos. Algunos ejemplos recientes son la combinación de recocido simulado y búsqueda de un algoritmo genético con procedimientos de búsqueda local y de métodos exactos y algoritmo genético en él se presenta una taxonomía actualizada y completa.

Es por eso que desde las anteriores definiciones de comportamiento y funcionamientos se presenta la siguiente Matriz de caracterización de evaluación de requerimientos algorítmicos

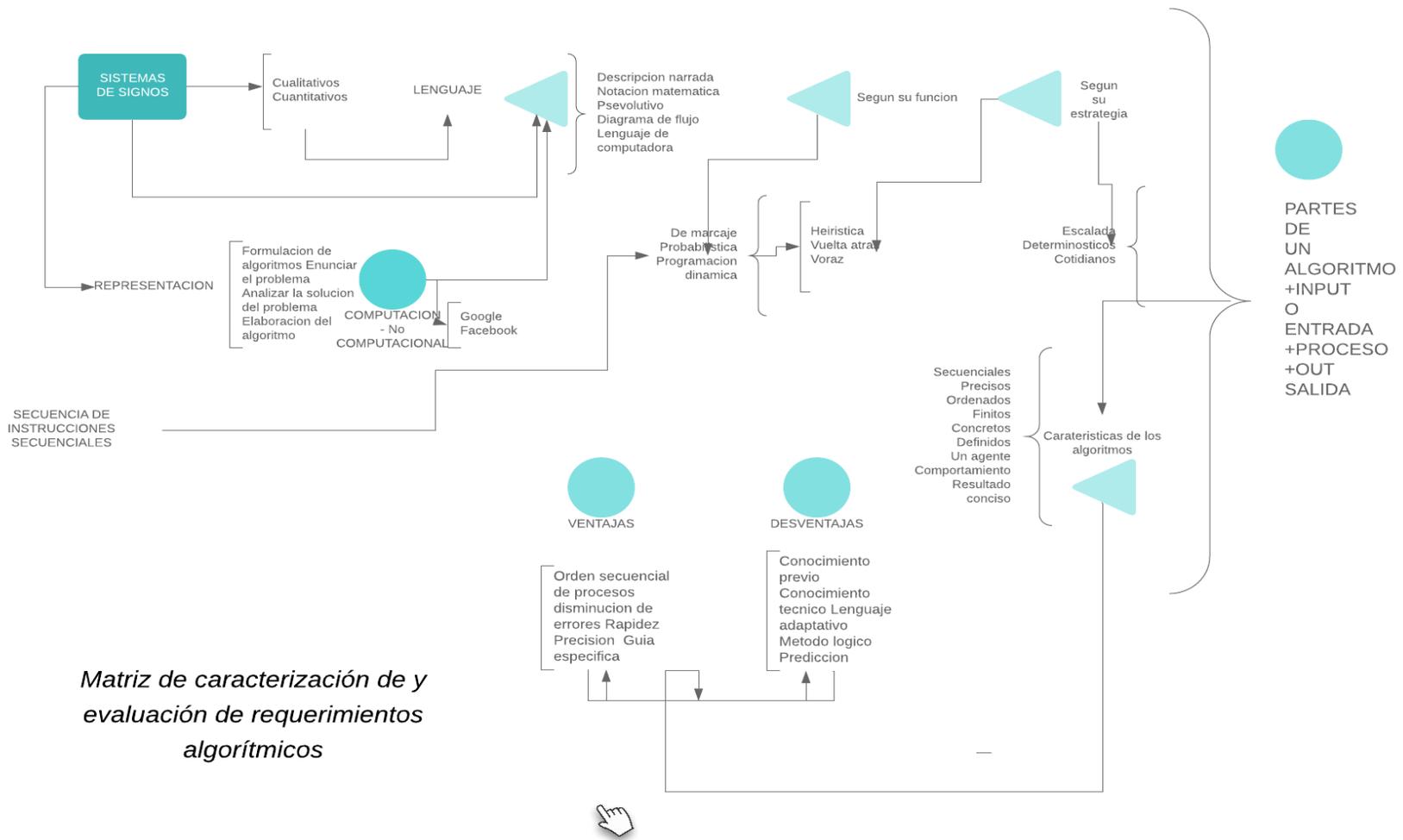


Ilustración 7. Matriz de caracterización de y evaluación de requerimientos algorítmicos

Recolección de información sobre prácticas e innovación sobre Realidad aumentada

La toma de información se hace por medio de entrevistas y observaciones estructuradas a expertos en Realidad aumentada pertenecientes a la industria y al sector educativo (universidades e instituciones de carácter tecnológico con experiencias significativas en Realidad aumentada).

Institución	Entrevistado
Universidad distrital Francisco José de Caldas	Julián Alfonso Trstancho
Corporación Universitaria Minuto de Dios	Julio Cortes
Universidad distrital Francisco José de Caldas	Oswaldo Villalobos
Corporación Universitaria Iberoamericana	Carlos Pinzón

Los resultados y desarrollo de las entrevistas realizadas se pueden encontrar en el documento anexo, de la siguiente manera.

Apéndice B

Entrevista Ing. Julián Alfonso Trstancho Ortiz Ph.D. Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Apéndice C

Entrevista Ingeniero Julio Cortes, Corporación Universitaria Minuto de Dios

Apéndice D

Entrevista al Ingeniero Oswaldo Villalobos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Apéndice E

Entrevista a Ingeniero Carlos Pinzón.

Capítulo 4 - Discusión

En la nueva era de las empresas manufactureras se evidencia como la planificación es un factor determinante para el desarrollo de procesos de producción, logrando así una cadena efectiva para el cliente final. Dentro de lo enunciado anteriormente el uso de la computadora es un factor importante en el desarrollo de planes de mejora para mantener una buena estadística, así logrando ganancias efectivas en la fabricación. Con el pasar del tiempo las personas se vuelven más exigentes para el cumplimiento de sus necesidades y requieren de más y mejores métodos para complacerlos, es así que las empresas deben maximizar la optimización de resultados y planear decisiones para la mejora de procesos y evitar cuellos de botella.

El objetivo de un modelo de simulación soportado por RA por medio de la computadora, genera características óptimas a las cadenas de suministro que soportan una empresa manufacturera, esto permite efectuar mejores procesos, planes de acción frente a la competencia y ajustarse así a un plan operativo para que así, se unifiquen los sistemas y bases de datos que permitan manejar mejor la información y permitiendo el uso de conexiones con el fin de programar un sistema hacia el proceso de la empresa.

Para garantizar los procesos la computadora permitirá efectuar métodos más efectivos, ejercicios básicos que frente a un inventario evitaban riesgo y acertaran la explotación máxima de planes para acortar el tiempo en la producción.

Dentro de las preguntas que nacen al evaluar lo anterior se encuentra ¿Que hace que un sistema funcione mejor en los procesos? Lo que lo hace más efectivo son las técnicas que garanticen la conexión de la información en la red empresarial, esto conlleva a que la simulación de las operaciones en el sistema generan mejores resultados para el desarrollo de la producción. Las empresas determinan un sistema operativo en el cual estandarizan procesos para ejecutar acciones, esto con el fin de evitar reproceso en la cadena de suministro, y efectuando un justo a tiempo en esta.

La utilización de una máquina y el soporte de la RA en los procesos empresariales podría presentar una planificación en la producción más efectiva, definiendo las fuentes que generen más rápido las problemáticas, y evitando que los procesos se retrasen en la aplicación de la fabricación y distribución de los materiales, definiendo así estándares mejorados para la programación.

Una planificación de la producción basada en un modelo estándar, donde se pueda evidenciar como principal factor para el fortalecimiento de los procesos, evidenciara optimizaciones posteriores que logren que la computadora sea usada cada vez más. Es esta como base primordial en la organización que desarrolla comportamientos, donde frente a los debidos monitoreo que se puedan generar, verificaran procesos que conlleven una mejora en el resultado.

Mediante procesos de soporte de la RA se mostrará la información requerida sobre los procesos de la producción, explotando los planes donde el flujo de materias genere un mejor paso. Primero es necesario identificar posibles resultados que desarrollen los componentes para la producción y así aumentar la eficiencia en la planificación, con una computadora el sistema genera una optimización más profunda logrando así un mejor modelo para la ejecución de procesos y efectuar consecuencias positivas, al compararlo con los resultados generados con el sistema manual, se evidencia que al establecer un a dato específico en una programación por computadora hará que las bases de datos de las misma sean más eficientes, y se alimenten día a día con la información establecida. Teniendo así una ejecución memorística de la información, por el contrario, verificando la programación manual, el sistema puede perder tiempo en procesos de larga duración generando retrasos en el tiempo de entrega hacia al cliente, con un proceso justo a tiempo en el menos tiempo establecido y con todos los estándares de calidad generados.

Es por esto que los procesos serán más eficientes por medio de una programación por computadora, porque es con esta que podremos generar mejores resultados en las empresas, y así se tendrá una mejor panificación en cada paso para obtener una calidad efectiva en la cadena de suministro de la empresa.

Teniendo en cuenta las matrices de correlación realizadas y los resultados de las entrevistas se estima la presentación de la siguiente propuesta metodológica.

Estructuración de propuesta metodológica para la construcción aplicada de modelos cuantitativos de producción bajo programación y modelado de un sistema de estudio soportado en realidad aumentada

Estructura de datos

En primera instancia se recomienda que la propuesta haga especial énfasis en los siguientes factores que se estiman como de alta relevancia para la obtención de resultados validos en la observación primaria, así como los datos de salida que se encuentren. Dentro de estas consideraciones de base se encuentran La Computación Ubicua (Weiser,1995) y las Aplicaciones Dependientes del Contexto (Schilit et al, 1994).

Dado que frente a lo encontrado no se encuentra una sola referencia solo la implementación de soporte para la visualización de algoritmos de optimización en este caso no en un estudio de caso si no en la experimentación propia de soporte. Teniendo en cuenta la diversidad de variables o de enfoques que su pueden presentar en la propuesta primaria se recomienda usar algoritmos que utilicen gran variedad de esquemas. Bajo este aspecto se recomienda esencialmente el uso del modelo ampliación de capacidades y las características de soporte de la realidad aumentada con lo cual se estima se podrá inferir niveles de aplicación comprendidos desde factores nulos donde las variables principales en estudio no demuestren ninguna compatibilidad.

Esta propuesta busca realizar un bajo un contexto propio que sea soportado bajo realidad aumentada, ya que es una propuesta en alta medida innovadora se hace necesario la aplicación de un nuevo modelo de datos que sea diferente al usado en las condiciones tradicionales de uso de RA. Lo anterior debido a que en el mismo se utilizaran además de las imágenes y graficas tridimensionales la identificación de información que estará condensada en algoritmos propios de optimización. Una de las consideraciones de mayor profundidad en el presente supuesto es la utilización de Parallel Worlds Framework (PWF) como hardware de soporte.

De igual manera se estima que el modelo contenga según la metodología propuesta por (Agudelo , 2005):

El modelo debe permitir contener información sobre todos los elementos del contexto (mundo real) y del sistema (mundo virtual) relevantes a la aplicación.

- El modelo debe ser unificado. La información no debe estar dispersa por el sistema. La forma de acceder a la información debe ser genérica.

- El modelo debe ser escalable y extensible. Debe soportar múltiples tipos de aplicaciones y situaciones de contexto. Por ejemplo, no debe permitir solamente manejar la información de un usuario, sino de un creciente número de éstos.

- El modelo debe abstraer la situación de manera tal que sea comprensible para el diseñador y el sistema.

- El modelo debe poder expresarse formalmente y ser válido dentro de la teoría de modelos de datos.

La representación del contexto debe ser relevante frente a los modelos avanzados lo cual debe facilitar el desarrollo de aplicaciones, desde la misma definición del modelo, componentes del modelo, las entidades que se ejecutara en estudio primario, así como las relaciones direccionales o unidireccionales entre las entidades. La definición formal debe estar inmersa en la ejecución del algoritmo que integre el modelo, en este caso el de ampliación de capacidades. La representación del esquema para el caso debe contener objetos de un caso real, sin llegar hacer un estudio de caso.

Desde el inicio se debe establecer las instancias del estudio, así como las operaciones frente a la adición o flexibilidad de nodos, aristas. La implementación debe estar de la mano con la representación del modelo y por último la arquitectura del sistema debe contener las restricciones de modelo en sí mismo.

Capítulo 5 - Conclusiones

Como principal conclusión se debe tener en cuenta que la realidad aumentada es una tecnología que se ha estado implementado en un tiempo corto tiene procesos de adaptación que se deben mejorar ya que no es asequible en este momento para todo el público ya que es bastante costoso, pero aun así existen varios dispositivos que permiten que un usuario pruebe la R.A. como lo son los Smartphone que requieren una velocidad de procesamiento de gran magnitud y las app gratuitas que brindan la oportunidad de interactuar con esta tecnología en crecimiento.

Dentro de las conclusiones la realidad aumentada es una tecnología que permite adaptarse e interactuar con muchos campos y generar una mayor vinculo en el mundo virtual creando un lazo con nuevas experiencias; brindándoles a las compañías nuevos retos de innovación que puedan darle al usuario final métodos de rentabilidad, aprendizaje y entretenimiento; es una tecnología que llegara a ser un impacto positivo a nivel mundial dejando a un lado barreras económicas, físicas y sociales.

Promoviendo el conocimiento a nuevas áreas de la educación, relaciones con nuevas culturas, lenguas, ciudades, personas y herramientas de la información siempre vinculando el mundo físico con el mundo virtual.

En conclusión la percepción haptica al ser aplicada tanto a la realidad aumentada como la virtual, es un proceso bastante positivo y con mucha evolución ya que estamos en una época donde las cosas las que se quieren de momento y con estas tecnologías se puede llegar a tener todo de manera instantánea, no solo no serviría para contribuir al entretenimiento y el ocio, sino también para muchas personas que son invidentes esta alternativa les permitirá conocer y absorber información que antes les era desconocida con solo la palma de su mano.

De igual manera brindaría alternativas de cambio para muchos campos de la salud la educación, el bienestar, la industria, publicidad entre otros, dando una perspectiva positiva a futuras generaciones.

En conclusión, esta nueva era de la industria deja ver que la realidad aumentada combinada con la realidad es un punto favorecedor para no tener errores, simplificando procesos en la productividad y desarrollando procesos continuos para la mejora de resultados.

5.1 Cumplimiento de objetivos y aportes a líneas de investigación de grupo

La estructuración y desarrollo de las siguientes actividades dentro de la ejecución de la propuesta investigativa han permitido realizar tanto los objetivos específicos del proyecto, así como el objetivo general propuesto:

- Establecimiento de estado del arte y marco teórico asociado al proyecto de investigación (modelos de capacidades dinámicas y herramienta de realidad aumentada).
- Caracterización de requerimientos algorítmicos de los modelos de capacidades dinámicas de optimización en investigación de operaciones (lineales y no lineales)
- Revisión y caracterización de usos y aplicaciones industriales y de índole diferente soportados en realidad aumentada, determinando • Cualidades y características (de los medios de programación)
 - Tipos de software
 - Requisitos de hardware y software

relacionadas con el uso de la tecnología RA. En esta misma fase se efectuará un rastreo de fabricantes proveedores y comerciantes de RA.

- Diseño de entrevista a diseñadores y productores de aplicaciones bajo soporte de realidad aumentada, así como expertos en modelos de capacidades dinámicas y algoritmia en investigación de operaciones
- Entrevistas a diseñadores y productores de aplicaciones bajo soporte de realidad aumentada.
- Entrevistas a expertos en modelos de capacidades dinámicas y algoritmia.

- Análisis de los datos resultantes de las entrevistas realizadas.
- Análisis, triangulación y diagnóstico bajo de matriz de correlación de factores funcionales de compatibilidad para la construcción de conceptos relevantes.
- Elaboración de Informe de avance de la investigación
- Elaboración de artículo de investigación de revisión
- Estructuración de propuesta metodológica para la construcción aplicada de modelos cuantitativos de producción bajo programación y modelado de un sistema de estudio soportado en realidad aumentada.
- Elaboración de ponencia asociada al ejercicio investigativo y resultados encontrados.

El aporte principal se realiza a la línea de investigación del grupo denominada como “Desarrollo modelación y análisis de producción industrial, tecnológica y social.

5.2 Producción asociada al proyecto

Propuesta de aplicación para algoritmos de optimización soportados en Realidad aumentada Documento informe final de investigación
Aplicación: Documento con informe final de la investigación que incluye propuestas de ajuste al modelo. La especificación de la propuesta es extraída en el trabajo de campo realizado, así como la investigación documental.

Artículo de revisión Asociado a la ejecución del proyecto ejecutado.
Aplicación: Artículo de investigación

5.3 Líneas de trabajo futuras

Se estima que las propuestas futuras de investigación, pueden estar direccionadas a la búsqueda propositiva de los usos académicos de la realidad virtual a través de los dispositivos HMD (Head Mount Display) y homólogos en el proceso de formación en asignaturas de carácter disciplinar de los estudiantes de Ingeniería industrial y afines.

Anexos

- F. Matrices desarrolladas en la ejecución del proyecto investigativo
- G. Apéndice B Entrevista Ing. Julián Alfonso Trisancho Ortiz Ph.D. Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- H. Apéndice C Entrevista Ingeniero Julio Cortes, Corporación Universitaria Minuto de Dios
- I. Apéndice D Entrevista al Ingeniero Oswaldo Villalobos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- J. Apéndice E Entrevista a Ingeniero Carlos Pinzón.

Referencias

- Husserl, E. (1999). *The Idea of Phenomenology*. Nueva York-Dordrecht: Springer.
- Agudelo, A. (2005). Modelo de contexto para realidad aumentada. *REVISTA Universidad EAFIT*, 44-64.
- Azuma, R. (1995). A survey of augmented reality". En: Computer Graphics (SIGGRAPH '95 Proceedings, Course notes 9. *Developing Advanced Virtual Reality Applications*, 1-38.
- Bernabe, J., & Hilda, A. (2009). *Desarrollo de la investigación de las operaciones*. Bogota: El Cid Editor apuntes.
- Carro, R., & Gonzáles, D. (2014). *El sistema de producción y operaciones*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Bogota: Ediciones Diaz de Santos.
- Del Val, J. L. (2016). INDUSTRIA 4.0: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA. *Deusto*.
- EAE Business school. (10 de 12 de 2017). *retos-operaciones-logistica*. Recuperado el 5 de 04 de 2018, de retos-operaciones-logistica: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/tipos-de-sistemas-de-produccion-industrial-y-sus-caracteristicas/>
- Fombona, J., Pascual, M., & Madeira, M. F. (2012). REALIDAD AUMENTADA, UNA EVOLUCIÓN DE LAS REALIDAD AUMENTADA, UNA EVOLUCIÓN DE LAS. *Revista de medios y educacion*, 197-210.
- Gallagher, C., & Watson, H. (1982). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Garay, L. J. (1998). *Colombia: ESTRUCTURA INDUSTRIAL e INTERNACIONALIZACIÓN 1967-1996*. Bogota: Cargraphics.
- García, A. (1998). *Evaluación de proyectos de inversión*. Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

- Gerbert, P., Lorenz, M., Rüßmann, M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. *Boston Consulting Group*, 1-10.
- González , O., & Villamil , M. (2013). *Introducción a la ingeniería: una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- Graham, I. (1991). *Object oriented methods*. Addison-Wesley : Longman Publishing Co.
- Guerrero, H. (2009). *Programación lineal aplicada*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- Juliao, C. G. (2011). *El enfoque praxeológico*. Bogota: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.
- Kalenatic, D. (2001). *Modelo integral y dinamico para el analisis, planeacion, programacion y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras*. Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Lacueva , F., Gracia, M., Sanagustín , González , C., & Romero San Martín, D. (2011). *Análisis Realidad Aumentada para entornos*. *TecMedia*.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (1991). *Simulation Modelling and Analysis. 2nd Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Lopez, L. F. (2010). Transformación productiva de la industria en Colombia y sus regiones despues de la apertura economica . *Cuadernos de economia*, 29-53.
- Martínez, I. A., Vértiz , G., López , J. F., Jiménez , G., & Moncayo, L. A. (2014). *Investigaciones de operaciones*. Mexico D.F.: Grupo Editorial Patria.
- merca20.com. (05 de 10 de 2019). *merca20.com*. Obtenido de merca20.com: <https://www.merca20.com/quieres-hacer-realidad-aumentada-aqui-esta-todo-lo-que-necesitas/>
- neosentec. (06 de 05 de 2019). *neosentec*. Obtenido de neosentec: <https://www.neosentec.com/realidad-aumentada/>
- pandorafms. (02 de 10 de 2019). *pandorafms*. Obtenido de pandorafms: <https://pandorafms.com/blog/es/realidad-aumentada/>
- Paredes, J., Andreu, J., & Solera, A. (2015). Comparativa de algoritmos para la optimización de un sistema de recursos hídricos. *Tecnología y ciencias del agua*.
- Pérez, M. (2009). *La función de control como parte integrada a la gestión de la producción*. Bogota: El Cid Editor apuntes.

- Poveda, R. G. (2009). la Ingenieria en Colombia. *Lámpsakos*, 35-46.
- Quijano, A. (2009). *Sistema de producción*. Bogota: El Cid Editor apuntes.
- Ramos , A. (2017). *comillas*. Recuperado el 18 de 04 de 2018, de comillas:
https://www.iit.comillas.edu/aramos/presentaciones/t_mmo_M.pdf
- Scimagojr. (24 de 05 de 2019). *scimagojr*. Obtenido de scimagojr:
<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=20428&tip=sid&clean=0>
- sendekia. (2017). *sendekia.com*. Recuperado el 15 de 05 de 2018, de sendekia.com:
<https://sendekia.com/que-es-un-prototipo-y-para-que-sirve/>
- sidar. (2000). *www.sidar.org*. Recuperado el 20 de 05 de 2018, de www.sidar.org:
<https://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/maner/Prototipado.htm>
- Sipper, D., & Bulfin, R. L. (1998). *Planeación y control de la producción*. Bogota: McGRAW-HILL.
- Sistemas avanzados de eficiencia productiva para la industria 4.0. (2016). *Informe sobre el estad del arte de la industria 4.0*. Valencia: Instituto valenciano de competitividad empresarial.
- Tarifa, E. E. (2017). *econ.unicen*. Recuperado el 04 de 05 de 2018, de econ.unicen:
http://www.econ.unicen.edu.ar/attachments/1051_TecnicasII Simulacion.pdf
- UNESCO. (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia hacia 2030*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural.
- Weiser, M. (1995). "The computer for the 21st century". En: Human-computer interaction: toward the year 2000. *Scientific American*, 933-940.