



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Iztapalapa



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Azcapotzalco



**XX Congreso Internacional de Análisis Organizacional (XX CIAO)**  
“Fenómenos organizacionales emergentes en Latinoamérica frente a la crisis global:  
Homenaje a Guillermo Ramírez Martínez, 20 años realizando el CIAO”

**“Transformación social a través de la creación de un centro de investigación en  
automatización y control en industrias 4.0”**

Mesa Temática: Educación y relaciones interorganizacionales para la transformación  
social.

Modalidad: Temática

Bayron Álvarez Arboleda<sup>1</sup>  
ORCID 0000-0002-6703-4753  
Nacionalidad: Colombiana  
[balvarez@pascualbravo.edu.co](mailto:balvarez@pascualbravo.edu.co)

Jorge León Mejía Sampedro  
ORCID 0000-0003-3052-3753  
Nacionalidad: Colombiana  
Jorge.mejia@siemens.com

Institución Universitaria Pascual Bravo  
Calle 73 #73A-226 Medellín - Antioquia - Colombia  
+57 3007810970  
050032/Medellín/Colombia

Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia, del 3 al 7 de octubre de 2022

---

<sup>1</sup> Responsable del documento

## **“Transformación social a través de la creación de un centro de investigación en automatización y control en industrias 4.0”**

### **Resumen**

Nuestro mundo depende cada vez más de sistemas complejos e interconectados, que requieren de continuo estudio e investigación desde las áreas de Control y Automatización, permitiendo el desarrollo de la ciencia y la ingeniería subyacente que facilita el diseño, la gestión y la optimización de productos y procesos dentro de lo que se está convirtiendo en un entorno tecnológico en rápida evolución, enmarcado dentro de las tecnologías habilitantes de la Industria 4.0. Colombia no puede ser ajena a este proceso de transformación y a esta realidad a nivel mundial. En este contexto, surge la propuesta de crear el “Centro de investigación de automatización y control en industrias 4.0”, que articule el desarrollo aplicado y el conocimiento de un gigante industrial como SIEMENS en conjunto con el sustento académico de la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, para brindar excelencia en el desarrollo de soluciones en que abarcan desde un concepto original hasta la industrialización. Como resultados esperados, se desea contribuir a la transformación digital de nuestro país hacia la adopción de técnicas propias de la Cuarta Revolución industrial, a partir del desarrollo de técnicas avanzadas de modelado, computación en la nube, cosimulación, visualización interactiva ingeniería de sistemas basados en modelos, big data y automatización inteligente para obtener una mejor comprensión del rendimiento, el comportamiento y las propiedades emergentes de los sistemas complejos y la tecnología avanzada asociada. SIEMENS es un socio estratégico con vínculos extremadamente estrechos con la industria, y se espera ofrecer soluciones a problemas que impulsen el desarrollo tecnológico.

Palabras clave: Automatización, Computación en la nube, Educación; Innovación, Control.

## **IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **Problema central**

Bajos niveles de investigación científica en automatización y control orientada a industrias 4.0 en el departamento de Antioquia y la ciudad de Medellín.

### **Descripción del problema y la situación existente**

El departamento de Antioquia, y, en particular Medellín, se han destacado en los últimos años por su desarrollo económico y social, siendo pioneros en el desarrollo industrial, infraestructura, movilidad y educación. Sin embargo, se ha evidenciado una necesidad de vincular a su sector productivo con la adopción de procesos innovadores, más específicamente haciendo referencia a las herramientas de la cuarta revolución industrial que optimizan recursos y se adaptan fácilmente a las necesidades de producción, conocida también como -industria 4.0-. Es así, como se resalta que, las industrias regionales se han visto rezagadas en la implementación de nuevas tecnologías basadas en automatización industrial y control, debido a la baja

inversión en investigación y desarrollo (I+D), la cual resulta fundamental para la adopción de tecnologías y permite la entrada a la cuarta revolución industrial (GII, 2019), al desconocimiento de las ventajas que supone implementar estas tecnologías de vanguardia y por la falta de personal capacitado para emprender esta labor.

Está limitada implementación de tecnologías avanzadas relacionadas con las industrias 4.0 en el sector industrial del departamento de Antioquia se relaciona principalmente con

los conceptos de alta complejidad que deben ser aplicados y, al buen nivel de tecnificación que deben tener las empresas para su aprovechamiento, lo que deriva en los siguientes obstáculos:

- Baja tecnificación de los procesos manufactureros: hoy en día la gran mayoría de las industrias presentan un alto componente manual en los procesos lo que dificulta la integración con tecnologías de Industria 4.0.
- Desconocimiento de la tecnología: el nivel de conocimiento de la tecnología en la región es muy bajo, así como no existe una claridad frente al concepto de Industria 4.0 y las tecnologías que la componen no hay conocimiento sobre el uso y manejo de estas.
- Altos costos de implementación: la adopción de las últimas tecnologías de Industria 4.0 suponen una inversión alta dada su complejidad y la infraestructura que requieren.
- Falta de conectividad e intercomunicación que permita el acceso a datos de toda la comunidad de manera rápida y eficiente.
- Ausencia de espacios (laboratorios y demás) en la región, que soporten la investigación en temas relacionados a la industria 4.0.

Es así como la velocidad y expansión de esta cuarta revolución industrial demanda de la academia una respuesta rápida para que los contenidos no caigan en la obsolescencia y se permita formar profesionales con las competencias que estos cambios tecnológicos exigen, personas con alta capacidad de innovación, creatividad, comunicación, integración de tecnologías e identificación de problemas y soluciones para un medio ya no solo del entorno cercano sino global. Sin embargo, no se puede dejar de lado que este reto

“Transformación social a través de la creación”

debe ser asumido por la triada Universidad-Empresa-Estado, ya que se requiere garantizar la interconectividad, la automatización, el aprendizaje automático y la transformación de datos en tiempo real permitiendo de este modo la producción física combinado con las operaciones de tecnología digital inteligente, aprendizaje automático y Big Data para crear un ecosistema más holístico y mejor conectado. Para esto, es necesario romper la barrera de la interconectividad y garantizar mayor banda ancha no solo en la universidad y empresas sino también en la sociedad general garantizando la interconectividad en tiempo real.

En este sentido es importante resaltar que de acuerdo con el Congreso de Industria Conectada 4.0 para América Latina, realizado en Madrid en el 2018, se encuentra que este sector solo ha alcanzado el 1% de penetración posible en digitalización en la región, lo que implica un 0,32% del PIB de los países, y ha generado un 0,26% de productividad laboral, siendo un reto y una oportunidad para estas naciones que buscan aumentar su productividad e impactando positivamente su desarrollo social.

Para incrementar la incorporación de Tecnologías de Industria 4.0 es necesario realizar una actualización de la infraestructura tanto en la industria productiva como en las entidades de educación superior y a su vez aumentar el conocimiento en el recurso humano de estos actores de la sociedad. Las empresas de la región requieren contar con espacios dedicados a la investigación científica en automatización y control y con un enfoque diferencial en todo lo relacionado con la industria 4.0. Es por esto, que se propone para el departamento de Antioquia el Centro de Investigación en automatización y control de industrias 4.0 en el cual se implementen tecnologías bajo este concepto que permita

“Transformación social a través de la creación”

umentar la investigación científica en estas áreas para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, el incremento sustancial de la producción y el retorno de la inversión.

### **Magnitud actual del problema indicadores de referencia**

Según datos del Observatorio de Economía digital Colombia, se están comenzando a adoptar las tecnologías digitales avanzadas, y las grandes empresas son las que están liderando este proceso, con un índice de adopción de 20%; seguido de las pymes con 10% y las microempresas con 7%. Sin embargo, en general, las tecnologías avanzadas son limitadas: el Internet de las cosas tiene una penetración de 9%; robótica, 1,5%; impresoras 3D, 2,2%, y realidad virtual, 1%. Lo mismo ocurre con tecnologías como el Big Data, la inteligencia artificial y el Blockchain, que no superan el 3% de adopción a nivel nacional.

Por otra parte, considerando los resultados de la encuesta de desarrollo e innovación tecnológica (EDIT) realizada por el DANE en el año 2018, de 7529 empresas encuestadas en Antioquia, solamente 11 se podían definir como innovadoras en sentido estricto, 1561 como innovadoras en sentido amplio, 278 como potencialmente innovadoras y 5679 como no innovadoras.

## Árbol de problemas

**Tabla 1.** Árbol de problemas presentado para el proyecto

Efectos indirectos	1.1. Reducción del potencial decrecimiento académico y profesional	2.1. Insuficiente transferencia de conocimiento al sector productivo en tecnologías avanzadas en industrias 4.0
Efectos directos	1. Pocas alternativas de la comunidad científica de la región para el desarrollo de investigaciones en temas relacionados con industrias 4.0	2. Bajas competencias en talento humano relacionadas con Ciencia, Tecnología e Innovación enmarcadas a la industria 4.0.
Problema central	Bajos niveles de investigación científica en automatización y control orientada a industrias 4.0 en el departamento de Antioquia y la ciudad de Medellín.	
Causas directas	1. Ausencia de espacios (laboratorios y demás) en la región, que soporten la investigación en el área de automatización y control enfocado a la industria 4.0.	2. Inadecuada actualización tecnológica de la comunidad académica y empresarial en el área de automatización y control enfocado a la industria 4.0.
Causas indirectas	1.1. Inexistencia de espacios debidamente adecuados para el desarrollo y apoyo de investigaciones en la región	2.1. Competencias inadecuadas para el sector productivo

Referencia: Elaboración Propia.

## ANTECEDENTES

El proceso de investigación en la Institución Universitaria está orientado a desarrollar y fortalecer los procesos de investigación, tecnología e innovación, con el propósito de fomentar la excelencia académica e investigativa, la visibilidad institucional, la interacción con redes, la contribución al desarrollo económico y social a nivel regional, nacional e internacional. Así mismo, dicho proceso ha venido presentando una reestructuración fundamentada en el ajuste de sus políticas, la ampliación del portafolio de servicios, el impulso a la ciencia, la tecnología y la innovación, entre otros.

En ese proceso de reestructuración, la Institución Universitaria Pascual Bravo ha crecido en los últimos años en el fortalecimiento de sus capacidades de investigación, y esto se ve reflejado en el número de docentes investigadores, pasando de tener 12 docentes vinculados en el año 2012 a 128 en el año 2021, con un crecimiento en aumento del número de estudiantes vinculados a los semilleros de investigación, logrando mejores resultados en la categorización de los grupos de investigación, teniendo en cuenta que para el año 2012 no eran reconocidos por Minciencias, y al día de hoy los cinco grupos de investigación se encuentran categorizados, uno en A y cuatro en B. Dicha categorización se da por la producción científica que para el año 2021 asciende a: 6 patentes concebidas; 218 artículos de investigación; 52 prototipos industriales, 17 desarrollos de software; 14 innovaciones en proceso y procedimiento; 9 innovaciones empresariales; 2 regulaciones en normas; 1 diseño de marca; 287 ponencias en eventos científicos; 28 organizaciones de eventos académicos y científicos; 14 estrategias pedagógicas para el fomento a la CTel y la dirección de 357 tutorías de trabajo de pregrado y 29 trabajos de maestría.

El crecimiento de la Institución debe estar enmarcado en el crecimiento de la sociedad en la cual, no se puede dejar de lado el acelerado crecimiento de la sociedad de la información y del conocimiento presenta un acelerado desarrollo de los productos intensivos en tecnología que se insertan en la sociedad a nivel mundial. De este modo, cuando una comunidad está asimilando una determinada tecnología, se presenta el desafío de asimilar otra nueva con mejores prestaciones. Este fenómeno es más evidente en la era de la revolución industrial, en las cuales la aparición de nuevos productos y procesos se da rápidamente en el tiempo. Además, requiere una constante interconectividad en tiempo



“Transformación social a través de la creación”

real que permita la transferencia de datos y el acceso a la información. Es importante anotar que, históricamente, toda revolución tecnológica ha traído como consecuencias la transformación de los gobiernos, de la producción, de las relaciones humanas y de la cultura, así como nuevas visiones del desarrollo de los pueblos.

Es así como el estado para lograr el objetivo de competitividad, en el marco de las industrias 4.0, a partir del desarrollo económico, el gobierno colombiano ha diseñado diversas estrategias entre las cuales se cuenta con el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, promovido en el marco de la Ley 1286 de 2009 [1]. En este documento se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, con miras a la consolidación de una cultura basada en la generación, divulgación y apropiación social del conocimiento que deviene de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación; así mismo, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo con el propósito de implementar la política de Estado en la materia en concordancia con los planes de desarrollo que, a su vez, orientan las actividades científicas, tecnológicas y de innovación hacia el mejoramiento del desarrollo social y la competitividad del país.

Actualmente, en Minciencias existen 118 actores reconocidos dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación [2]. Dentro del alcance de la temática, y teniendo en cuenta que la propuesta abarca la creación de un Centro de investigación en automatización y control, resulta relevante explorar a fondo estos actores reconocidos, su clasificación, y destacar aquellos que se encuentran relacionados con las áreas de impacto de esta propuesta:

“Transformación social a través de la creación”

En total hay 25 “Centros de Investigación Autónomos” reconocidos, pero solamente la CORPORACIÓN DE ALTA TECNOLOGÍA PARA LA DEFENSA y el INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA – INM, ambos ubicados en Bogotá, declaran área de actuación similares, agrupándose dentro del sector “Ingenierías”. En total hay 17 “Centros de Investigación Dependientes” (distribuidos entre Bogotá, Cali, Chinchiná, Puerto Colombia, Santa Marta y Tunja). Dichos centros atienden los sectores del agro, la salud, las ciencias básicas, las ciencias sociales, la educación, la biotecnología, el ambiente, el mar y las ingenierías, este último atendido por el INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES – INCITEMA [3], localizado en Tunja, Boyacá. Claramente, no existen dentro de esta clasificación centros directamente relacionados con los sistemas de automatización y control.

Dentro de la categoría de “Centro de Desarrollo Tecnológico”, se encuentran 12 actores reconocidos. Entre ellos, ninguno reporta directamente las áreas de actuación de automatización y control, pero si tocan temas transversales a las Industrias 4.0 los siguientes:

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA ELECTRO ELECTRÓNICA Y TIC – CIDEI (Bogotá, DC).
- CORPORACIÓN DE INCUBACIÓN Y FOMENTO DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA.
- CORPORACIÓN CLÚSTER CREATIC.
- PARQUESOFT (Popayán, Cauca).
- CORPORACION CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LOS LLANOS - CEINDETEC (Villavicencio, Meta).

“Transformación social a través de la creación”

Además, se encuentran 47 actores reconocidos como, “UNIDAD DE I+D+i DE EMPRESA”. Dentro de esta categoría, declaran áreas de actuación relacionadas con las Industrias 4.0 las siguientes:

- ITELCA SAS.
- CLINICAL LABORATORY TECHNOLOGY LTDA.
- CL TECH.
- QUIPUX SA.
- ROBOTEC COLOMBIA S.A.S.
- COMBUSTION INGENIEROS S.A.S.
- INALAMBRIA INTERNACIONAL SA.
- EGM INGENIERÍA SIN FRONTERAS S.A.S.

Todas estas empresas ubicadas en las ciudades de Medellín y Bogotá.

En este panorama, puede verse cómo, desde el ámbito de los actores reconocidos dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, existe el potencial para el desarrollo Centro de investigación en automatización y control, que involucre la implementación de las tecnologías habilitantes de las Industrias 4.0, y que pueda encontrar socios estratégicos y articulaciones con los demás centros afines y las Unidades de I+D+i aquí mencionados, fortaleciendo y desarrollando los elementos de la cuarta Revolución industrial en nuestro país.

En el ámbito local, la ciudad de Medellín en Enero de 2019 fue nombrada durante el foro de Davos (Suiza) como sede del Centro para la Cuarta Revolución Industrial de América

“Transformación social a través de la creación”

Latina afiliada a la red impulsada por el Foro Económico Mundial para promover las nuevas tecnologías digitales. Los avances logrados se deben a la integración entre Gobiernos, empresas, academia y sociedad civil, donde conjuntamente se ha ido trabajando en nuevas áreas de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial, los drones, la medicina de alta precisión, la manufactura de objetos en 3D y la internet de las cosas (IoT).

## **SIEMENS**

A lo largo de los años la tecnología ha cambiado la humanidad y su forma de viajar, comprar e interactuar con el mundo, la digitalización lo ha cambiado todo y una innovación puede hacer desaparecer un mercado entero. Con la innovación los fabricantes de tecnología logran dar respuesta a las necesidades de las industrias

encargadas de fabricar los productos y servicios que atienden las necesidades del mercado. Por lo anterior Siemens invierte más de 5 billones de Euros anuales en Investigación y Desarrollo lo que le permite estar a la vanguardia y ser pionero en desarrollo de nuevas tecnologías.

La fabricación de los productos ha cambiado, existe la necesidad de lograr productos más complejos en menos tiempo y con mejor calidad y eficiencia incrementando al mismo tiempo la seguridad de los procesos. Para alcanzar estos requerimientos es indispensable transformar las empresas en empresas Digitales, proceso en el que Siemens es líder a nivel mundial y único en ofrecer todas las soluciones requeridas para este propósito. El portafolio de Siemens es exclusivo en el mercado e incluye desde la gestión del ciclo de vida del producto, la gestión de operación de la Manufactura y la

integración total de la Automatización hasta el sistema operativo propio y abierto basado en la nube, MindSphere del que Siemens S.A. tiene representación exclusiva en el país. Este portafolio hace de Siemens S.A. un partner tecnológico ideal en todos los niveles permitiendo la integración del software con la automatización, redes avanzadas de comunicación industrial con ciberseguridad protegiendo los procesos y generando valor sobre los servicios.

Adicionalmente, para la adecuada implementación de una empresa digital, Siemens brinda diferentes herramientas que garantizan no solo una transferencia tecnológica, sino también el know-how requerido para el uso y configuración de estas tecnologías. Estas herramientas son propias de Siemens y reconocidas a nivel mundial entre las que se destacan SITRAIN, Siemens Cerca Web, SOMOTRAIN y Siemens Power Academy. Como Partner tecnológico Siemens S.A. tiene varios hitos importantes que sustentan su capacidad en el manejo e implementación de tecnologías de Industria 4.0, como lo son: Siemens ha digitalizado más de 21 plantas industriales en Colombia. Ha desarrollado localmente 3 software de movilidad para mejorar la calidad de vida de los colombianos. Siemens implementó la primera impresora 3D de cemento en Latinoamérica de gran formato con tecnología Sinumerik.

La industria global se enfrenta a distintos retos producto de la globalización, como lo son una alta competencia, clientes cada vez más exigentes en términos de calidad y personalización, recursos naturales cada vez más limitados y costosos, inestabilidad de las economías mundiales, entre otros. Como respuesta a estos problemas, el gobierno alemán con el apoyo de empresas de tecnología desarrolló un proyecto para promover la

“Transformación social a través de la creación”

revolución digital, lo cual llevó a la llamada “Cuarta Revolución Industrial” o “Industria 4.0” con foco en la digitalización de los distintos procesos industriales.

La implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 exige una buena base de automatización, sin esta, no es posible alimentar los sistemas de digitalización y aprovechar todos sus beneficios. Para realizar esta integración (automatización y digitalización) las industrias se ajustan al Estándar ISA-95, en el cual se define el alcance de cada uno de los sistemas dentro de un proceso industrial, desde el Nivel 1 (automatización y control) hasta el Nivel 4 (sistemas de negocio).

Para garantizar una implementación exitosa de las tecnologías de digitalización en los procesos industriales y complementar los programas educativos de la IUPB se deben tener:

#### **Sistemas de Automatización:**

Se definen los distintos sistemas de automatización que permiten la integración de procesos discretos y continuos y el control automático, como lo son: PLC, Open Controller, HMI, Automatización Integrada y control de movimiento. Esta es la base para la implementación de los sistemas de digitalización.

#### **Sistemas de Digitalización:**

Se implementan tecnologías como IoT, Big Data, MOM, APS, entre otras, para la optimización de las 5 etapas del proceso productivo (diseño de producto, planeación de la producción, ingeniería & puesta en marcha, operación y servicios) aprovechando la integración de datos que ofrecen los sistemas de automatización.

### **Implementación de Digitalización:**

Para comprender de forma práctica las características y beneficios de los sistemas de digitalización a través de gemelos digitales se deben tener líneas de producción piloto. Adicionalmente se utilizan los sistemas de digitalización para el monitoreo y optimización de los sistemas actuales de la Institución.

Otros proyectos similares de Transferencia tecnológica ejecutados por SIEMENS S.A. son los siguientes:

### **IT Mark:**

Es el primer modelo escalable de calidad internacional el cual fue diseñado específicamente para las pequeñas y medianas empresas. Este modelo IT Mark trabaja desde tres perspectivas de la empresa:

- a) gestión del negocio.
- b) gestión de la seguridad de la información.
- c) procesos de desarrollo de software y sistemas.

El modelo 10 squared, la Norma ISO 9000 y el Modelo EFQM, a través de la revisión de diez categorías de procesos como son: estrategia, comercial, financiera, definición de productos y servicios, conocimiento del mercado, marketing, etc. hasta obtener una visión exhaustiva de la empresa. IT Mark acredita las empresas la gestión técnica, de seguridad y del negocio que los mantiene habitualmente bajo control. Con apoyo de Mintic y Colciencias se han logrado certificar más de 50 empresas.

## **ELAN:**

Es un proyecto en ejecución de La Unión Europea (UE) operado en Colombia por Tecna-lia Colombia, que busca fomentar la cogeneración de oportunidades de negocio basadas en tecnología entre Europa y Latinoamérica. Dentro de esta red hay 31 países compues-tos por instituciones de investigación, innovación, empresas, y gobierno. ELAN realiza eventos en siete países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Perú), así como misiones comerciales a Bruselas, España, Finlandia y Holanda, los cuales fue-ron espacios apropiados para la generación de oportunidades de negocio así como co-nocer innovaciones enfocadas en los siguientes sectores: Energías renovables, Biotec-nología y Bioeconomía, Tecnologías ambientales, Salud, Nuevos materiales, Tecnolo-gías de la Información y las Comunicaciones (TIC), Nanotecnología.

## **EI SENA**

Realizó un Proyecto de transferencia tecnológica para crear un modelo para intervención en empresas industriales de diferentes sectores productivos. Se busca hacer un piloto con empresas del sector aeronáutico y donde queden formados consultores del centro en estas metodologías de Industria 4.0. Con esta transferencia y desarrollo de la meto-dología se quedará el centro con la capacidad de intervenir un gran número de empresas de diversos sectores.

## **La ANDI**

Logró hacer transferencia de conocimiento a profesores del SENA en temas de última tecnología como fueron Analítica y Ciberseguridad. Se dejó capacidad y material en los



“Transformación social a través de la creación”

profesores para el diseño de los cursos en estas temáticas. El impacto es nacional ya que se logró hacer formador de formadores.

## **JUSTIFICACIÓN**

El país basado en la necesidad de implementar la industria 4.0 que garantice la competitividad en el ámbito local e internacional ha planteado dentro de sus políticas públicas la implementación de estrategias que permita estar a la vanguardia. Es así como en el CONPES 2019 se define el rol estratégico de las universidades y la investigación académica en la creación del mercado de inteligencia artificial indicando que se debe fomentar los proyectos académicos de inteligencia artificial que se desarrollen en los centros de educación superior del país, para que puedan servir a la construcción del mercado de IA. Para esto, es vital que investigadores y estudiantes tengan la formación adecuada y el acompañamiento suficiente para emprender posibilidad de implementar programa de forma rápida y efectiva. Lo cual se logrará con la implementación de la línea ocho que permite generar condiciones habilitantes que favorezcan el desarrollo de competencias digitales durante la trayectoria educativa, correspondientes con los retos de las transformaciones tecnológicas.

El departamento de Antioquia en su Plan de desarrollo “Unidos por la vida 2020 – 2023” en la línea estratégica 2 - Nuestra Economía con su componente 1: “Competitividad para la Antioquia del futuro Antioquia 4.0” se plantea como objetivo fomentar Antioquia 4.0 como una apuesta para la economía del futuro, donde se generen beneficios a partir de las nuevas tecnologías a favor del desarrollo productivo, aprovechándose las nuevas

“Transformación social a través de la creación”

iniciativas de emprendimiento en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) y amplificando las potencialidades de cada subregión, para lograr una mayor competitividad en el Departamento. Así mismo, integrar los nuevos retos ambientales a una agenda que ve en la sostenibilidad una poderosa fuente de valor y crecimiento económico. Además, la presente propuesta le apunta desde el Plan y Acuerdo Estratégico Departamental (PAED) en ciencia y tecnología e innovación en la “apuesta país 1: producción científica ambiciosa con enfoque, gerencia y disciplina” a la línea programática “Fomento a la creación y fortalecimiento de las capacidades de los centros de investigación, de desarrollo y transferencia tecnológica en los focos priorizados en CTel, la cual tiene como objetivo: impulsar la creación y el fortalecimiento de centros de investigación y centros de desarrollo tecnológico que permitan la gestión, articulación, encadenamiento y transferencia tecnológica para la generación de nuevas capacidades en el Departamento de Antioquia”.

Por otra parte, la Institución Universitaria Pascual Bravo en su proceso de modernización, teniendo en cuenta las necesidades del entorno desde sus procesos misionales busca el fortalecimiento de sus capacidades institucionales en ciencia, tecnología e innovación. Con el fin de lograr dicho fortalecimiento la Institución en su plan de desarrollo “La transformación continua 2019-2022” en su eje estratégico número 2 en el programa 2.2 vínculo empresarial, gubernamental y social y proyecto 2.2.1. Programa de Innovación, Transferencia y Servicios (PITS) mediante la transferencia de las capacidades institucionales acorde a las necesidades del entorno busca impactar y dar solución a problemáticas de la empresa, la comunidad y el estado mediante la transferencia de sus capacidades

“Transformación social a través de la creación”

en los procesos misionales de docencia, investigación y extensión lo cual, se logra mediante la articulación con el ecosistema de investigación institucional enmarcada en el proyecto 1.2.2. Parque Tech Investigación Aplicada para la sociedad dando así respuesta a las necesidades del entorno, formando de profesionales del más alto nivel y con las competencias requeridas por la industria para la cuarta revolución industrial. El Centro de investigación en automatización y control en industrias 4.0 está inmerso en estos dos grandes proyectos del plan de desarrollo Institucional y a partir de los cuales se dará su cofinanciación.

Es así como la propuesta de proyecto “Centro de investigación en automatización y control en industrias 4.0 en las instalaciones de la Institución Universitaria Pascual Bravo, se articula con la política planteada del contexto y el Centro para la 4.0 revolución industrial ubicado en la ciudad de Medellín el cual, está encaminado en fortalecer la política y la implementación de dichas tecnologías habilitantes a nivel del país y de Latinoamérica. Es así con la creación del centro de investigación se pretende fomentar la productividad, competitividad y el desarrollo social del departamento Antioquia y del Valle de Aburrá mediante la articulación con las empresas en la adopción de nuevas tecnologías de la automatización, especialmente las relacionadas con la 4ª revolución industrial, y así lograr reducir la brecha de competitividad con mercados nacionales e internacionales. Otra apuesta en el marco de la alianza Siemens y la Institución Universitaria Pascual Bravo es crear el primer centro de certificación SITRAIN el cual consiste en sistemas orientados a potenciar la producción de conocimiento sobre sistemas industriales. Dichos procesos de certificación, permitirá a los empresarios del departamento y la ciudad de Medellín

“Transformación social a través de la creación”

contar con un centro de capacitación con los más altos estándares y con equipos de última tecnología para que sus colaboradores puedan capacitarse en estas competencias y así reducir la brecha de personal calificado para la integración y el soporte dentro de las empresas de las tecnologías relacionadas con la automatización.

De este modo, el centro de investigación en automatización y control en industrias 4.0, será un espacio de trabajo que permitirá la concentración de la producción científica canalizada con el entorno interno y externo, de manera coherente y efectiva, generando un mayor impacto en la sociedad a nivel regional, nacional e internacional. La Institución logrará en este mismo sentido, generar aportes a la transformación productiva y el desarrollo económico enmarcado en la cuarta revolución industrial de la región y el país con unas líneas y grupos de investigación articulados al centro coherentes con las necesidades del entorno permitiendo la generación y transferencia del conocimiento producido. El Centro de investigación representa una gran oportunidad de crecimiento para las empresas por que les permitirá visualizar y analizar la implementación de nuevas tecnologías y proyectar cambios en su infraestructura o en los procesos productivos y ver los posibles escenarios que podrían resultar con una u otra configuración.

La Institución Universitaria Pascual Bravo contribuirá a la creación de un ecosistema para la producción científica y como punto para la transferencia de conocimiento entre jefes de programa, profesores, estudiantes, trabajadores y empresarios. En este sentido, desde la política institucional el centro de investigación se articulará adicionalmente al Plan de Desarrollo en el programa 3.1 Hacia una cultura de campus verde en el proyecto 3.1.12 Infraestructura sostenible para un mañana sustentable cuenta con recursos para la construcción y puesta en funcionamiento del parque Tech: investigación tecnológica

“Transformación social a través de la creación”

aplicada para la sociedad con una inversión aproximada de 1260 millones lo cual, garantiza la infraestructura para la ubicación y puesta en funcionamiento del centro de investigación.

Finalmente, la comunidad impactada serán la comunidad académica de la Institución Universitaria Pascual Bravo, empresas y sector productivo del Valle de Aburrá y Antioquia serán los principales beneficiados y quienes asumirán el reto de implementar, aprovechar y dar soporte a las nuevas tecnologías que la industria 4.0 trae para el país.

## **MARCO CONCEPTUAL**

Según el CONPES 2019 se pueden definir los siguientes conceptos claves para los temas relacionados con la cuarta revolución industrial:

### **Economía digital:**

La economía digital hace referencia a una amplia gama de actividades económicas que utilizan información y conocimiento digitalizados como factores clave de producción. En este contexto, las tecnologías digitales se utilizan para recopilar, almacenar, analizar y compartir información digitalmente y transformar las interacciones sociales. La economía digital también impregna todos los aspectos de la sociedad, influyendo en la forma en que las personas interactúan y provocando amplios cambios sociológicos (Asian Development Bank, 2018).

## **Industria 4.0:**

Un mundo vertiginoso, incierto o de tiempos volátiles, es donde se plantea la necesidad de tecnología de industria 4.0 en donde lo importante más que la calidad e innovación que el producto genere dentro de la cotidianidad es la eficiencia, el alto rendimiento, lo mismo que configure todo en el menor tiempo posible.

La pregunta que habría que señalarse en este caso ¿Qué es la tecnología de industria 4.0 ? Una primera respuesta es el planteamiento de Del Val Román (2016) El término industria 4.0 se utiliza de manera generalizada en Europa, si bien se acuñó en Alemania. También es habitual referirse a este concepto con términos como “Fábrica Inteligente” o “Internet industrial”. En definitiva, se trata de la aplicación a la industria del modelo “Internet de las cosas” (IoT). Todos estos términos tienen en común el reconocimiento de que los procesos de fabricación se encuentran en un proceso de transformación digital, una “revolución industrial” producida por el avance de las tecnologías de la información y, particularmente, de la informática y el software (p.3).

En este primer planteamiento, quien lo lee se da cuenta que es de origen europeo, pero en especial es un modelo industrial que entra en diálogo con las TIC para el mejoramiento a nivel de optimización de los procesos industriales que se utilizan en muchas fábricas a nivel de calidad, fabricación, comercialización, calidad, innovación, creatividad o también desarrollo de dispositivos informáticos para volver a la industria y empresa más competente dentro de su mercado de organización.

Paralelamente a esto, Navarro & Sabalza (2016) muestran también una segunda conceptualización que podría señalar que es la tecnología de industria 4.0 en la realidad de

hoy: En Industria 4.0 no hay una revolución científica o tecnológica de base, sino que el cambio surge de combinar la tecnología, en gran medida ya existente; de innovar de manera sistémica (con «clústeres de innovaciones») y duradera en el tiempo. Es, fundamentalmente, en los aspectos que no son puramente tecnológicos (p.e. modelos de negocio, capacitaciones y habilidades del personal) donde el cambio es de naturaleza más revolucionaria; y son igualmente los avances o cambios que tengan lugar en esos otros aspectos institucionales y organizacionales (por ejemplo, regulación apropiada de la propiedad de la información) de los que dependerá el grado de implantación y desarrollo real de la Industria 4.0 y de que impacte finalmente en la producción industria (p.169-170).

El planteamiento de los autores retoma algunos elementos del anterior, pero tiene en cuenta otros aspectos diferenciadores que la industria 4.0 genera en la vida cotidiana de hoy, es que gracias a su carácter revolucionario, el concepto de innovación es una constante que deben lograr quienes se quieren insertar en ella, ya sea para hacer negocios, vivir la experiencia de cotidianidad que en esta se plantea o también para la incorporación de su institución en pro del mejoramiento de su modelo de negocio o de las habilidades de su equipo de trabajo.

El concepto de clúster pese a estar adecuado al contexto mundial con el prototipo de las industrias 4.0 cada día se acrecientan suscitando con ellas un concepto de impacto que no se queda en el desarrollo económico e industrial, sino en el de sello personal para los consumidores.

“Transformación social a través de la creación”

Adicional a lo expuesto, Basco, Beliz, Coatz & Garnero (2018) en su conceptualización de sentido muestra como la industria de tecnología 4.0 abre un nuevo paradigma de futuro en el mundo, pero en especial en el espacio de Latinoamérica:

La cuarta Revolución Industrial que comienza a interrumpir en el escenario de América Latina, convive con transiciones ambiguas y no pocas veces contradictorias. Habitamos el continente que da cobijo a nuevas multilatinas que emplean sofisticados algoritmos en sus procesos productivos, a la vez que convivimos con una matriz productiva escasamente diversificada y dependiente de los precios mundiales de los commodities (p.8).

La cuarta revolución industrial encuentra este territorio como su epicentro, puesto que la tecnología de punta e innovación se encuentra en Europa, Estados Unidos y Asia, el contexto de Latinoamérica, se presta porque sus territorios tienen una gran capacidad de infraestructura para la creación de programas o negocios que desarrolle esta tecnología. Además, por la diversidad de capitales que allí hay a nivel económico y cultural en pro de la industria. No obstante, Tapia (2016) presenta una conceptualización sobre la relación entre la industria 4.0 y la condición humana en este tiempo que efectúa lo siguiente:

Se presenta una caracterización de la Industria 4.0 en donde finalmente se puede resumir que el objetivo principal es conseguir que las máquinas permanezcan interconectadas analizando información y diseñando por sí mismas, nuevos modelos de negocios y sistemas de fabricación. Todo esto en concordancia con la vida de la humanidad, en la cual día a día las máquinas se vuelven más importantes y la conectividad es imprescindible. El hecho es que en algún momento las personas ni siquiera podrán ser conscientes



de la omnipresencia de la tecnología y de su poder en el quehacer diario tanto a nivel personal como a nivel empresarial e industrial (p.52).

La interconexión de ideas, pensamientos, realidades o experiencias podría decirse es lo que le vende la industria 4.0 a la condición humana, lo cual desencadena no solamente una nueva serie de cotidianidades o de negocios, sino también la capacidad de tener el don de la ubicuidad que es algo que la humanidad persigue durante mucho tiempo, y que gracias a esta industria puede lograrlo de manera total, parcial o al menos aproximarse dentro de sus diferentes roles, funciones o tareas empresariales, personales e industriales.

Según (Rojko, 2017) (Pereira, 2017), la industria 4.0 hace referencia a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través de sistemas de fabricación apoyados por tecnología. Es una aproximación basada en la integración de los procesos comerciales y de fabricación, así como de todos los actores de la cadena de valor de una empresa (proveedores y clientes), donde el sistema de ejecución se basa en la aplicación de sistemas ciber físicos y tecnologías como Internet de las cosas, robótica, Big Data y realidad aumentada, para el desarrollo de procesos de fabricación más inteligentes, que incluyen dispositivos, máquinas, módulos de producción y productos que pueden intercambiar información de forma independiente y controlarse entre sí, permitiendo un entorno de fabricación inteligente . Los sistemas tecnológicos integrados con control descentralizado y conectividad avanzada que caracterizan a la industria 4.0 recopilan e intercambian información en tiempo real con el objetivo de identificar, rastrear, monitorear y optimizar los procesos de producción. Además, presentan un amplio soporte de software basado en versiones descentralizadas y adaptadas de sistemas de ejecución de

“Transformación social a través de la creación”

fabricación y planificación de recursos empresariales para una integración perfecta de los procesos de fabricación y comerciales. Otro aspecto importante es el manejo de una gran cantidad de datos recopilados de los procesos, máquinas y productos. Por lo general, los datos se almacenan en un almacenamiento en la nube (Rojko, 2017).

### **Inteligencia artificial:**

Es un campo de la informática dedicado a resolver problemas cognitivos comúnmente asociados con la inteligencia humana o seres inteligentes, entendidos como aquellos que pueden adaptarse a situaciones cambiantes. Su base es el desarrollo de sistemas informáticos, la disponibilidad de datos y los algoritmos. ES importante anotar que la industria global se enfrenta a distintos retos producto de la globalización, como lo son una alta competencia, clientes cada vez más exigentes en términos de calidad y personalización, recursos naturales cada vez más limitados y costosos, inestabilidad de las economías mundiales, entre otros. Como respuesta a estos problemas, el gobierno alemán con el apoyo de empresas de tecnología, desarrolló un proyecto para promover la revolución digital, lo cual llevó a la llamada “Cuarta Revolución Industrial” o “Industria 4.0” con foco en la digitalización de los distintos procesos industriales.

La implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 exige una buena base de automatización, sin esta, no es posible alimentar los sistemas de digitalización y aprovechar todos sus beneficios. Para realizar esta integración (automatización y digitalización) las industrias se ajustan al Estándar ISA-95, en el cual se define el alcance de cada uno de los sistemas dentro de un proceso industrial, desde el Nivel 1 (automatización y control) hasta el Nivel 4 (sistemas de negocio).

“Transformación social a través de la creación”

Niveles de Jerarquía de los Procesos Industriales según Estándar ISA-95 Esta propuesta se ajusta al Estándar ISA-95 buscando cubrir las 5 etapas principales que define Siemens para fabricar un producto, desde su concepción hasta su fabricación y servicio posventa; cada etapa cumple un papel relevante en el proceso productivo. Por lo anterior, el modelo conceptual único en la industria mundial es diseñado y soportado por SIEMENS, mediante el siguiente esquema:

**Tabla 2.** Modelo conceptual del proyecto

Modelo Conceptual			SIEMENS <i>Ingenuity for life</i>
NIVELES	PROPUESTA	SISTEMAS	EDUCACION
Implementación de Digitalización (modelo real para gestionar los distintos laboratorios)	Monitoreo de Laboratorios Gemelo Digital	SCADA Gestión de Energía (ISO 50001) Digi-Line Digi-Machine	NUEVA Gestión de Energía (ISO 50001) Cursos de Digitalización
Sistemas de Digitalización	Centro de Investigación en Digitalización	IIoT – Big Data – MOM – APS – LIMS – PDM – Digital Twin – Realidad Virtual – RFID	Nuevos Cursos en Digitalización Materias de Programas de Ingeniería Existentes
Sistemas de Automatización (base para la digitalización)	Centro Certificador SITRAIN	PLC – Open Controller – HMI – Automatización Integrada – Control de Movimiento	Nuevos Cursos en Automatización Materias de Programas de Ingeniería Existentes

Referencia: Elaboración Propia.

La presente propuesta busca integrar estas 5 etapas al Estándar ISA-95 de tal manera que se garantice una implementación exitosa de las tecnologías de digitalización en los procesos industriales y se complementen los programas educativos de la Institución Universitaria Pascual Bravo de la siguiente manera:

### **Sistemas de Automatización:**

Se definen los distintos sistemas de automatización que permiten la integración de procesos discretos y continuos y el control automático, como lo son: PLC, Open Controller, HMI, Automatización Integrada y control de movimiento. Esta es la base para la implementación de los sistemas de digitalización.

Sistemas de Digitalización: Se implementan tecnologías como IIoT, Big Data, MOM, APS, entre otras, para la optimización de las 5 etapas del proceso productivo, aprovechando la integración de datos que ofrecen los sistemas de automatización.

### **Implementación de Digitalización:**

Para comprender de forma práctica las características y beneficios de los sistemas de digitalización a través de gemelos digitales, se dispone de 2 líneas físicas. Adicionalmente se utilizan los sistemas de digitalización para el monitoreo de los laboratorios de la Institución Universitaria Pascual Bravo, demostrando cómo se pueden visualizar y optimizar los sistemas actuales. El ser humano por su capacidad de razonar desde su origen ha buscado la manera de ahorrar energía, con ayuda de utensilios, herramientas y maquinaria en su vida cotidiana, es allí donde se empiezan a crear las primeras ideas de automatización, sin darle la formalidad a esta palabra tan robusta ya que hoy en día se cuenta con computadores, robots o diferentes maquinarias en la industria que no necesitan de operarios humanos.

No es sino hasta la revolución industrial con el origen e implementación de los primeros motores y de la máquina de vapor que dio lugar a el desarrollo de sistemas de control automáticos, partiendo de reguladores de temperatura y de presión, más adelante se

mejoró el sistema convencional de molino automatizándolo con el impulso de energía hidráulica.

Otra necesidad que había venido tomando fuerza fue la capacidad de desplazarse de un punto a otro punto de una forma más ágil, rápida y sin esfuerzo, pasaron los años y la compañía Ford Motors logró la implementación de una línea de montaje de producción es considerada la primera de automatización en la industria manufacturera. Ya para el siglo XX, tomó más fuerza el control de procesos, iniciando con operaciones sencillas como encender y apagar, por su parte Japón fue líder en el desarrollo de componentes, quien desarrolló el primer micro interruptor, los relés de protección y el temporizador eléctrico de alta precisión, hablar de Japón es hablar de un líder mundial en automatización industrial, ya que cuenta con las más grandes compañías.

En la actualidad la automatización industrial ha posición en los diferentes tipos de industria, esto por sus grandes ventajas en procesos de fabricación, mayor productividad, mayor calidad, mayor flexibilidad, seguridad y reducción de costos. Hoy en día la eficiencia energética es una de las mayores prioridades, y que es lejos de alcanzar con operaciones mecanizadas que dependen de tomas de decisiones humanas, mientras que la automatización excluye parcialmente esta participación, dado que se basa en el uso de comando de programación lógica.

Es correcto asegurar que, en los últimos años la automatización ha impactado a nivel mundial con su avance tecnológico, permitiendo agilizar y optimizar la producción de productos; Lastimosamente Colombia no ha incursionado a fondo para la automatización en la mayoría de las fábricas del país e incluso fabricas que cuentan con buen desarrollo

“Transformación social a través de la creación”

tecnológico en sus procesos, carecen de personal capacitado para desempeñar operaciones en sus maquinarias con resultados óptimos.

Claramente una de las razones por la cual la automatización en Colombia no ha tenido gran impulso es por la falta de recursos, esto por ejemplo se ve en el escaso presupuesto otorgado a ciencia, tecnología e innovación, pero no es solo esto empleados colombianos prefieren que la automatización no se de en sus empresas, bajo el temor de perder sus trabajos, por su parte los dueños de las empresas presentan desinterés, por factores monetarios o principalmente por desconocimiento, creando un efecto negativo, y baja competitividad frente a empresas internacionales.

Por ello la importancia de formar desde la academia técnicos, tecnólogos e ingenieros capaces de optimizar procesos industriales, maximizar recursos y materias primas, orientar procesos operativos impulsándolos a uso de maquinarias automatizadas, aumentar la productividad, innovación y los servicios. La tendencia en Colombia para el año 2020 es que el incremento del grado de automatización sea entre un 25% y un 30% siendo este un reto de apropiación tecnológica, de mejoramiento de competencias en empleados, y de formación para los futuros nuevos técnicos, tecnólogos e ingenieros que forman las Instituciones de Educación Superior.

Es de reconocer la importancia a nivel mundial de la Industria 4.0, internet de las cosas IoT, implementación de sistemas RFID, métodos de ingeniería eficiente, realidad virtual, realidad aumentada, sistemas de simulación de producto y de procesos, modelamiento virtual de productos, entre otros que se debe buscar desde la academia para que futuros profesionales se enfrenten al mundo competente que exige la industria.

“Transformación social a través de la creación”

La robótica como parte integral de la automatización, busca ir de la mano con grupos multidisciplinares, para desarrollar tareas de forma óptima, lo cual requiere de una capacidad analítica para interpretar la información con la formación por competencias teóricas, pero principalmente prácticas, para entender las operaciones al detalle e integrar la automatización de manera efectiva.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Aumentar los niveles de investigación científica en automatización y control orientada a industrias 4.0, a través de la creación de un centro de investigación especializado para mejorar la productividad y competitividad en el departamento de Antioquia y la ciudad de Medellín.

### **Objetivos específicos**

**Objetivo específico 1 (OE1):**

Construir laboratorios y espacios que soporten la investigación en el área de automatización y control de la tecnología Siemens, para la aprehensión de conocimiento avanzado de Industria 4.0 para docentes, estudiantes y empresarios en procesos manufactureros.

**Objetivo específico 2 (OE2):**

Mejorar la actualización tecnológica de la comunidad académica y empresarial en el área de automatización y control enfocado a la industria 4.0.

**Objetivo específico 3 (OE3):**

Fortalecer los ambientes de formación y competencias técnicas y tecnológicas de la Institución Universitaria Pascual Bravo mediante la transferencia en ciencia y tecnología con herramientas didácticas en automatización y control enfocados a la industria 4.0.

**Objetivo específico 4 (OE4):**

Integrar los grupos de investigación existentes en la Institución Universitaria Pascual Bravo que fomente la creación de un ecosistema de investigación y transferencia de conocimiento.



## **METODOLOGÍA**

La metodología que se utilizará en este proyecto está basada en la experiencia y liderazgo de SIEMENS, quienes a nivel mundial y en Colombia implementan los procesos del Project Management Institute, en su última versión para asegurar la correcta transferencia, asistencia técnica y acompañamiento en el proceso. En donde las fases para el cumplimiento de los objetivos del proyecto son:

### **Iniciación:**

Se desarrolla el establecimiento del alcance, los recursos, responsabilidades, los integrantes que participarán en el proyecto, y se selecciona el Coordinador, esta fase ha sido construida en las diferentes reuniones previas a la convocatoria para definir una propuesta clara y concisa sobre las dimensiones e impacto del proyecto entre los Aliados.

### **Planeación:**

En esta etapa se define un plan estratégico y un plan operativo del Centro articulado a los proyectos institucionales de plan de desarrollo, al Sistema de Gestión de la Calidad y el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Institución. Se estructura el plan de trabajo del proyecto, afinando los objetivos, el alcance, los indicadores de seguimiento, y el cronograma para la adquisición de equipos, la colocación en sitio, la validación y puesta en marcha de la sala de producción continua y la integración con los otros laboratorios. Adicionalmente, se realizará un plan comunicacional y de medios que soporte la promoción y los procesos de divulgación y apropiación social del conocimiento y

“Transformación social a través de la creación”

el plan de formación que se implementará en el Área Metropolitana y el Departamento de Antioquia.

### **Ejecución y control:**

En esta etapa se lleva a cabo los diferentes planes con la implementación de los objetivos específicos, monitoreando el avance y cumplimiento con calidad y oportunidad de cada una de las actividades y recursos establecidos en el plan de trabajo, del mismo modo se activará los procesos de control. Esta etapa va acompañada de los informes técnicos y financieros y de las rendiciones de cuentas respectivas para los actores involucrados y la sociedad. Las actividades a desarrollar en esta etapa están articuladas al logro de los objetivos específicos así:

Para el logro del objetivo específico 1: Construir laboratorios y espacios que soporten la investigación en el área de automatización y control de la tecnología Siemens, para la aprehensión de conocimiento avanzado de Industria 4.0 para docentes, estudiantes y empresarios en procesos manufactureros, se desarrollarán las siguientes actividades:

- Establecer un plan de desarrollo de infraestructura
- Consolidar los permisos legales para la construcción del centro
- Desarrollar una política sobre la funcionalidad, buen uso y tiempo de ocupación de las infraestructuras del centro
- Dotar el centro con equipos tecnológicos
- Dotar los ambientes de formación de Mecatrónica, Creación, Realización y Utilización del centro y adquirir bases de datos y software para investigación.

“Transformación social a través de la creación”

Para el logro del objetivo específico 2: Mejorar la actualización tecnológica de la comunidad académica y empresarial en el área de automatización y control enfocado a la industria 4.0, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Diseñar metodologías pedagógicas para la enseñanza de tecnología de la industria 4.0
- Capacitar al personal del centro en SITRAIN
- Crear políticas específicas y transparentes de recursos humanos (captación, selección, promoción, formación y movilidad).
- Diseñar rutas de conocimiento para las capacitaciones
- Capacitar personal en temas afines al centro (cloud computing e IoT)
- Certificar docentes e investigadores en metodología internacional SITRAIN
- Impartir cursos SITRAIN certificados
- Realizar visitas técnicas para evidenciar procesos de formación de Industria 4.0

En relación a la obtención del objetivo específico 3. Fortalecer los ambientes de formación y competencias técnicas y tecnológicas de la I.U. Pascual Bravo mediante la transferencia en ciencia y tecnología con herramientas didácticas en automatización y control enfocados a la industria 4.0, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Realizar workshop técnico para revisión curricular de programas
- Desarrollar un programa de capacitación y certificación SITRAIN de alto nivel en sistemas de automatización y control
- Certificar el área de realización como Centro Certificador SITRAIN

“Transformación social a través de la creación”

- Certificar el área del proyecto como Centro de Aprendizaje para tecnologías de Industria 4.0"

Finalmente, para el objetivo específico 4: Lograr resultados de investigación aplicada que den solución a las necesidades de la industria y la sociedad con alto potencial de ser transferidos se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Desarrollar proyectos de investigación acorde las temáticas del centro
- Comunicar resultados de investigación obtenidos en los proyectos realizados
- Consolidar las líneas de investigación del centro mediante el fomento de los grupos de investigación
- Desarrollar proyectos de investigación en alianza con entidades externas que fomenten la productividad y calidad del sector.
- Elaborar las minutas de convenios, acuerdos de Propiedad Intelectual, acuerdos de confidencialidad, acuerdos de cooperación.
- Diseñar un Portafolio de proyectos estructurados en las líneas de investigación del Centro.
- Contar con la documentación relativa a las políticas de difusión y divulgación científica.
- Participar en eventos científicos asociados a la temática del centro

Es de resaltar que transversal a esta etapa se aplicará a la certificación del centro ante Minciencias acorde a convocatorias vigentes.

## **Cierre:**

En esta etapa se unifica la evaluación y análisis de los resultados de las encuestas de percepción realizada a los clientes internos y externos que debe realizarse anualmente y se consolida el plan de mejoramiento respectivo. Así mismo, se validará los resultados obtenidos luego de la postulación del centro como actor en el sistema de ciencia y tecnología del país.

En el cumplimiento del cronograma del plan de trabajo, y al desarrollar a cabalidad cada uno de los objetivos específicos se realizará un informe final con las lecciones aprendidas y las buenas prácticas, que presenten los resultados del proyecto y permita ser la base, para continuar con la Alianza, que permita la actualización y sostenibilidad del proyecto para que la ciudad de Medellín y el Departamento de Antioquia cuente con las herramientas y tecnologías que mejoran los procesos industriales en cada uno de sus sectores.

## **RESULTADOS E IMPACTOS**

- Generación de nuevo conocimiento en torno de los procesos de identificación de la infraestructura tecnológica requerida para el avance en conocimiento e investigación en el área de automatización y control de industrias 4.0.
- Generación de nuevo conocimiento relacionado con identificación, evaluación e implementación de competencias del talento humano relacionadas con ciencia tecnología e innovación enmarcadas a la industria 4.0

- Desarrollo de estrategias de circulación de conocimiento especializado en automatización y control enfocado a la industria 4.0.
- Innovaciones en procesos y procedimientos basados en la implementación, automatización y control de tecnologías 4.0
- Asesoría y consultorías a empresas manufactureras en mejoramiento de procesos productivos basados en automatización y control.
- Estrategias de transferencia de conocimiento en el sector académico y productivo de temáticas relacionadas con las tecnologías 4.0.
- Generación de 6 nuevos empleos para el funcionamiento del Centro de investigación

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Congreso de la República de Colombia, «Ley 1286 de 2009,» 23 Enero 2009. [En línea]. Available: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Le-yes/1676840>. [Último acceso: 19 11 2019].
- [2] COLCIENCIAS, «Reconocimiento de actores,» 19 11 2019. [En línea]. Available: [https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/31102019\\_listado\\_actores\\_reconocidos\\_todos\\_vf.xlsx](https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/31102019_listado_actores_reconocidos_todos_vf.xlsx).
- [3] INCITEMA, «INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES,» 19 11 2019. [En línea]. Available: <https://incitema.com/>.

- [4] Alcaldía de Medellín., «Programa de Gobierno 2016-2019,» 2016. [En línea]. Available: [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano\\_2/PlandeDesarrollo\\_0\\_15/Publicaciones/Shared%20Content/2019.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_15/Publicaciones/Shared%20Content/2019.pdf). [Último acceso: 19 11 2019].
- [5] Alcaldía de Medellín, «Proyecto de Acuerdo Plan de Desarrollo Medellín Cuenta con Vos 2016 - 2019,» 2016. [En línea]. Available: [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano\\_2/PlandeDesarrollo\\_0\\_17/Publicaciones/Shared%20Content/](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/Publicaciones/Shared%20Content/). [Último acceso: 19 11 2019].
- [6] OBSERVATORIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE MEDELLÍN, «Medellín hacia la cuarta Revolución Industrial,» Boletín ODES, nº 11, pp. 1 - 13, enero 2019.
- [7] CONCEJO DE MEDELLÍN, «ACUERDO 074 DE 2017,» 27 12 2017. [En línea]. Available: [https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/a\\_conmed\\_0074\\_2017.htm](https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/a_conmed_0074_2017.htm) . [Último acceso: 18 11 2019].