1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

Título: *Modelo Learning Factory 4.0: relación universidad - empresa como dinamizador de la gestión eficiente de tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de la Industria 4.0*	
Línea Matriz de Investigación: (Manual de Líneas de Investigación): I+D+i investigación, desarrollo e innovación	
Nombre de la Sede de ejecución del Proyecto: Medellín	
Nombre del(los) Objetivo(s) de Desarrollo(s) Sostenible: ODS4, ODS8, ODS9	
Duración del Proyecto (en meses): 12	
Tipo de convocatoria: (año de apertura y nombre de la convocatoria): Convocatoria Proyectos de Investigación enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible dirigidos a Grupos de Investigación. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Menor Cuantía 2025	
Financiación	
Valor solicitado al Politécnico (en efectivo): $68.000.000	
Valor solicitado al Politécnico (en especie): $18.443.450	
Valor aprobado por otra entidad (en efectivo): $0	
Valor aprobado por otra entidad (en especie): $13.251.996	
Valor total del proyecto (efectivo + especie): $99.695.446	
Administrador del Presupuesto (solo personal vinculado, si aplica): NA	C.C.
Correo electrónico:	Teléfono:
Dirección de correspondencia:	
Nombre del Grupo de Investigación:	
Equipo Investigador	
Investigador Principal: Mauricio Montoya Peláez	C.C. 71.221.610
Correo electrónico: mmontoya@elpoli.edu.co	Teléfono: 3113486287
Nombre de la Facultad: Administración	
Tipo de Vinculación con la Institución: Docente Ocasional de Tiempo Completo	
Nombre de la Sede: Sede Central	
Dirección de correspondencia: Carrera 48 #7-151	
Nombre del Grupo de Investigación: COINDE	
Nombre del Semillero de Investigación: NA	
Co-investigador 1: Yenny Alejandra Aguirre Alvarez	C.C. 43.975.876
Correo electrónico: yennya.aguirre@udea.edu.co	Teléfono: 3117347004
Nombre de la Facultad: Ingeniería	
Tipo de Vinculación con la Institución: Docente Ocasional de Tiempo Completo	
Nombre de la Sede: Central	
Dirección de correspondencia: Calle 67 #53-108, Oficina 21, 406	
Nombre del Grupo de Investigación: Ingeniería y sociedad	
Nombre del Semillero de Investigación: NA	
Asesor (si aplica): NA	C.C.
Correo electrónico:	Teléfono:
Dirección de correspondencia:	

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Nombre del Grupo de Investigación(opcional):			
Estudiantes en Formación		Trabajo de pregrado*	
		Si	No
Estudiante 1:	C.C.	x	
Correo electrónico:	Teléfono:		
Nombre del Semillero de Investigación:	Facultad:		
Estudiante 2:	C.C.	x	
Correo electrónico:	Teléfono:		
Nombre del Semillero de Investigación:	Facultad:		

*__Nota__: Si el estudiante matricula el trabajo de grado en la modalidad de investigación deberá adjuntar la aprobación emitida por el Consejo de Facultad.

2. RESUMEN PROYECTO

El presente proyecto de investigación “Modelo *Learning Factory* 4.0: relación universidad - empresa como dinamizador de la gestión eficiente de tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de la Industria 4.0” aborda como problema central la afinidad de las competencias académicas necesarias para gestionar eficientemente las tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de la Industria 4.0.

La metodología utilizada para esta investigación parte de una caracterización como fase inicial, donde se busca conocer los estados en relación con necesidades tecnológicas empresariales a nivel país, pilares de la Industria 4.0 aplicados al *Learning Factory* en los perfiles de formación. La siguiente fase de diseño, busca generar comparaciones y relaciones entre los hallazgos de la fase anterior con el fin de disponer de una metodología de valoración para gestionar eficientemente las tecnologías empresariales colombianas. La fase tres de monitoreo, da cuenta del impacto de los perfiles de formación más afines con la cuarta revolución y sus pilares, lo cual permitirá diseñar espacios para fábricas de aprendizaje orientadas a potencializar las aplicaciones de la Industria 4.0 con sus respectivos indicadores de medición. Finalmente, en la fase del Modelo *Learning Factory* 4.0 el objetivo será generar estrategias para permear el plan curricular de los perfiles de formación más afines con la cuarta revolución, así como fomentar espacios multidisciplinares para la integración de saberes que potencialicen el desarrollo de la tecnología empresarial que finalmente lleve al modelo *Learning Factory* como todo un ambiente de formación.

El proyecto permitirá validar dentro de sus conclusiones, como la relación universidad-empresa resulta ser el mejor dinamizador para profesionales altamente competitivos en entornos cada vez más tecnológicos y retadores. El saber cómo conocimiento se puede adquirir de diferentes formas, relacionadas a la manera como se interactúa con el entorno. La recolección de información y la utilización de la teoría es una labor importante en la aplicación práctica del conocimiento, ayudando al desarrollo de habilidades que parten de la acumulación de información y de las experiencias vividas que colaboran al desarrollo de las competencias.

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ejercicios de formación en las Instituciones de Educación Superior (IES) han enfrentado dinámicas que hacen que las metodologías de enseñanza migren a la representación cada vez más significativa de las problemáticas y contextos empresariales en las aulas de clase, de forma tal que los retos que la comunidad estudiantil enfrente, sean cada vez más más símiles y preparatorios para el campo laboral.

Parte de ese contexto es la necesidad de fortalecer competencias en tecnologías, que hagan de los profesionales, egresados altamente competentes, sin embargo, tendencias como la Industria 4.0 viene relegando en la mayoría de los casos por desconocimiento, a muchas profesiones que distan conceptualmente de la aplicación de estas tecnologías por el poco conocimiento, falta de infraestructura o desinterés cultural de implementación de lo que representan los retos para las IES.

Como ejemplo a lo anteriormente expuesto, Rojas-Arenas *et al.*, (2020) en su ponencia concluyen con relación a cómo las universidades muestran preocupación por estar al día en relación con la Industria 4.0, siendo conscientes de su impacto en el sistema educativo. Mencionan además que no todas muestran fortalezas específicas en esta temática, por lo cual permea el contenido curricular con cursos en programación, Internet de las cosas o Big Data, destacando que aun así no se trata adecuadamente los problemas de fondo, tales como la formación rigurosa en ciencias exactas y la pertinencia de los perfiles en el sector productivo y la sociedad.

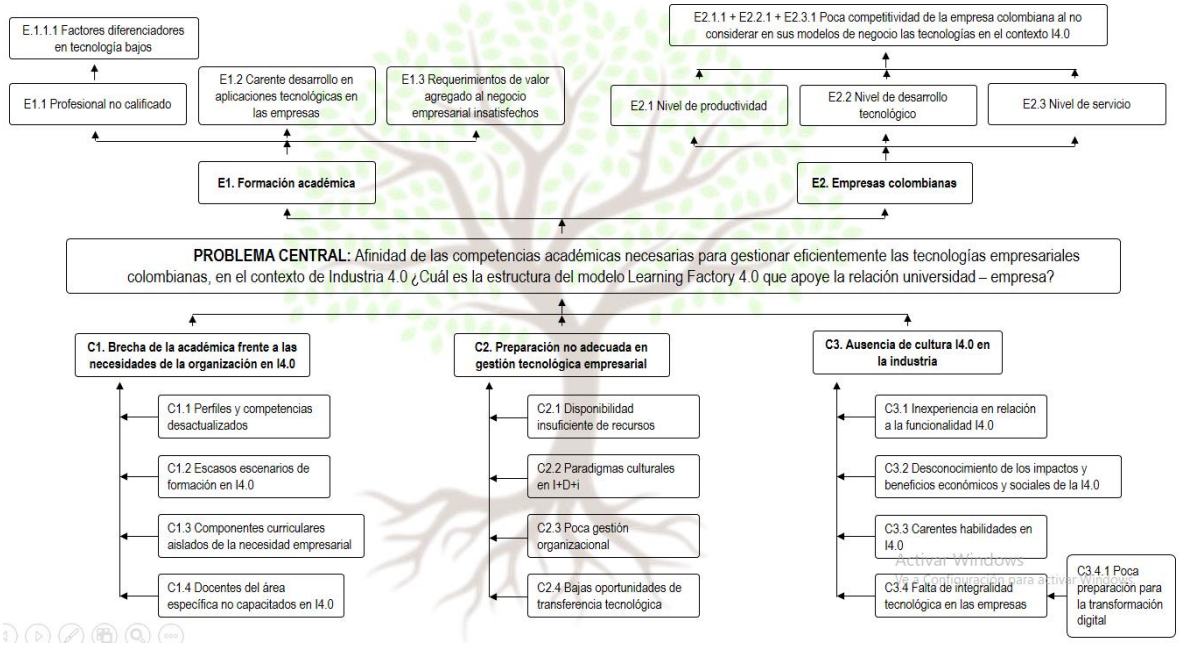
De forma concisa, el proyecto “Modelo *Learning Factory* 4.0: relación universidad - empresa como dinamizador de la gestión eficiente de tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de la Industria 4.0” aborda como problema central la afinidad de las competencias académicas necesarias para gestionar eficientemente las tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de la Industria 4.0 (I4.0). Dicho problema puede focalizar sus principales causas en tres vertientes: a) brecha de la académica frente a las necesidades de la organización en I4.0, b) preparación no adecuada en gestión tecnológica empresarial y c) Ausencia de cultura I4.0 en la industria, tal como lo muestra la **Figura 1**.

Los objetivos que persigue la investigación son:

- Caracterizar el panorama de las tecnologías empresariales a nivel país en relación con las aplicaciones de la Industria 4.0 y la afinidad de los perfiles de formación desarrolladas en el marco de *Learning Factory* 4.0.
- Diseñar una metodología que permita valorar el impacto de las competencias académicas necesarias para gestionar eficientemente las tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de Industria 4.0.
- Estructurar escenarios de *Learning Factory* que permitan potencializar el aprendizaje significativo aplicado para la validación y monitoreo de las necesidades tecnológicas empresariales en la cuarta revolución industrial.

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Figura 1. Árbol de problema



Fuente: Los autores

Según la problemática descrita y los objetivos en el estudio, se plantea la siguiente pregunta de investigación **¿Cuál es la estructura del modelo *Learning Factory* 4.0 que apoye la relación universidad - empresa?**

El proyecto es pertinente dado el enfoque en la relación universidad - empresa, permitiendo unir esfuerzos en los recursos orientados a la mejora de la productividad organizacional a partir de las capacidades disponibles en la academia, siendo además un acercamiento de la educación en ingeniería ajustada a la Industria 4.0. Si bien el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid se ha acercado a estas dinámicas, asumiendo responsable y conscientemente este reto, se requiere de la gestión de escenarios de formación, con componentes de ingeniería, innovación y tecnología que motiven a los diferentes actores del proceso de aprendizaje, docentes, estudiantes, empresarios; a potencializar las competencias y habilidades que generen factores diferenciadores en contextos actuales tras la importancia de los profesionales en el fortalecimiento del tejido social de los diferentes sectores económicos del país. El éxito de una organización depende de las habilidades de su personal y un determinante clave será la forma en que se desarrollen, incluida la formación que reciban. En este enfoque de mejora del capital humano, se trata de programas de formación más amplios, con énfasis en el desarrollo de una mayor capacidad técnica y de resolución de problemas (Barton & Delbridge, 2001).

Dentro de la literatura, se pueden destacar en este tema de estudio, ejemplos como “Platform Industrie 4.0” que cuenta con el patrocinio de más de 300 actores de interés como líderes empresariales, instituciones académicas, asociaciones y sindicatos en el mundo con

el fin de promover el cambio estructural de las empresas hacia la digitalización, generando un ecosistema necesario para que dicha transformación se produzca, donde uno de sus grupos de trabajo se enfoca en analizar las nuevas habilidades que los empleados deben desarrollar en la era de la digitalización, señalando los cambios necesario en el sistema educativo (Basco *et al.*, 2018).

Sin embargo, dentro de los retos que en la literatura se logran identificar para la implementación de laboratorios de Industria 4.0 en la academia, están la definición del producto a ser generado, la combinación de tecnologías adecuadas, la seguridad, el contenido académico y la financiación. Sin embargo, los beneficios de la implantación de los laboratorios de la Industria 4.0 serán importantes tanto para la academia, como para la industria y la sociedad en general, que harán que cualquier esfuerzo de desarrollo, merezca la pena para su aplicación (Marian *et al.*, 2019)

A diferencia de un fabricante o fábrica real, las fábricas de aprendizaje de la Industria 4.0, *Learning Factory o Testlabs* examinados en la literatura no tienen un producto físico o una familia de productos que fabricar. Este es un reto fundamental para las universidades que desean establecer una instalación de I4 para demostrar los conceptos clave (Marian, *et al*, 2019). “El éxito estará determinado por la capacidad para articular una estrategia que potencie la producción en el marco de la Industria 4.0, fomentando la creación de tecnología para alcanzar una mejor integración en las Cadenas Globales de Valor (CGV)” (Basco *et al.*, 2018)

Lafont-Mendoza *et al.*, (2021) recalcan el papel de las IES en su reto de prepararse para enfrentar los objetivos de la cuarta revolución industrial, quienes tienen el compromiso de formar y entregar a la sociedad, profesionales altamente capacitados en las tecnologías emergentes. También agrega que este ejercicio se logra, con los ajustes y actualización en las metodologías de enseñanza tradicional, incorporando además la investigación y la innovación en los procesos educativos.

3.2 JUSTIFICACIÓN

La propuesta de desarrollar un modelo *Learning Factory* 4.0 que fortalezca la relación universidad - empresa se alinea estratégicamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 (Educación de Calidad), 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico) y 9 (Industria, Innovación e Infraestructura). En este sentido, el proyecto busca generar un espacio de aprendizaje práctico y aplicado que permita a las empresas colombianas, especialmente aquellas en el departamento de Antioquia, gestionar de manera eficiente la adopción e implementación de tecnologías propias de la Industria 4.0. Al fomentar la colaboración entre el sector académico y el empresarial, se promueve la formación de talento humano con las competencias necesarias para la cuarta revolución industrial, impulsando así la productividad, la innovación y el crecimiento económico sostenible, contribuyendo directamente a los ODS mencionados.

La pertinencia del proyecto se robustece al analizar las demandas territoriales y los planes de desarrollo a nivel regional y local. El Plan Regional de Desarrollo de Antioquia 2024-2027 reconoce la necesidad de extender el conocimiento en Ciencia, Tecnología e

Innovación desde el Valle de Aburrá hacia otras subregiones, enfocándose en la mejora de la infraestructura tecnológica educativa y la transformación digital del departamento. De manera similar, el Plan de Desarrollo Distrital de Medellín 2024-2027 prioriza la creación de "Escuelas Inteligentes" que fomenten la innovación y el trabajo colaborativo, apoyando la pertinencia de los contenidos educativos y la culminación de trayectorias formativas. Estas iniciativas territoriales convergen con el objetivo del proyecto de crear un entorno de aprendizaje práctico que facilite la adopción y gestión de tecnologías I4.0 en las empresas locales.

Finalmente, la propuesta se articula con las políticas nacionales y las estrategias del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y el CONPES 3975, que buscan impulsar la transformación digital, la inteligencia artificial y el desarrollo de competencias para la cuarta revolución industrial. La iniciativa de INNPULSA para la "manufactura avanzada" y el fortalecimiento del capital humano en tecnologías emergentes subraya la necesidad de proyectos como el *Learning Factory* 4.0, que actúan como un puente entre la formación teórica y la aplicación práctica en el entorno empresarial. En este contexto, el proyecto se presenta como una respuesta pertinente y oportuna para dinamizar la gestión eficiente de tecnologías empresariales colombianas, impulsando la competitividad y el desarrollo en el marco de la Industria 4.0.

3.3 MARCO TEÓRICO

3.3.1 Industria 4.0

Comenzó en Alemania en el año 2011 en la feria tecnológica de *Hannover-Messe*. Su principal objetivo es la digitalización de sistemas y procesos industriales, resultando ser la visión de la fábrica de futuro o fábrica inteligente. “La Industria 4.0 es el producto más tangible de la cuarta revolución industrial” (Joyanes-Aguilar, 2017).

Implica la transformación digital de la industria y de las empresas con la integración de las nuevas tecnologías disruptivas, dentro de las que se pueden considerar los siguientes: ciberseguridad, computación en la nube, tecnologías móviles, máquina a máquina, impresión 3D, robots autónomos, big data /analítica, Internet de las cosas, tecnologías RFID, computación cognitiva (Rozo-García, 2020).

3.3.2 *Learning Factory*

“El término fábricas de aprendizaje fue presentado en 1994 por un consorcio liderado por la Peen State University. Dicho concepto fue desarrollado con financiamiento de la Fundación Nacional de Ciencia” (Matus *et al.*, 2019). Dentro de las principales características de las Learning Factory se encuentra que bajo un mismo espacio o ambiente que simula el espacio real de producción, se congregan la enseñanza y el aprendizaje. De esta manera, de acuerdo con Matus *et al.*, (2019), los estudiantes podrán probar y aprender a manipular las tecnologías que probablemente dominarán, utilizarán o tendrán contacto en las fábricas reales, gracias a estos escenarios prácticos de trabajo.

Para este caso particular de estudio, las fábricas de aprendizaje en Industria 4.0, enfocan sus esfuerzos en la digitalización de la producción, la investigación y la transferencia de tecnología considerando para ello el Internet de las Cosas (IoT) (Montoya *et al.*, 2020)

3.3.3 Relación universidad empresa

Representa una unión importante donde la contribución de las universidades en este modelo es brindar capacitación del talento humano, gestionar redes internacionales, para finalmente generar y difundir el conocimiento y la tecnología en unión con el sector industrial. En casos como México, actividades como los programas de capacitación internacional del recurso humano en la Industria 4.0, ha generado sus frutos evidenciados en el fortalecimiento de la investigación e innovación en estas tecnologías para el país (Lafont-Mendoza *et al.*, 2021)

3.3.4 Gestión eficiente de tecnologías empresariales

Es un desarrollo que entrelaza las competencias genéricas y específicas de los profesionales para no solo garantizar la adquisición de conocimiento, sino que de forma prospectiva pueda desempeñarse profesionalmente en los entornos tecnológicos cambiantes. De acuerdo con Ochoa-Guevara *et al.*, (2021), se tiene la necesidad de prácticas de laboratorio, que sean incluidas en las mallas curriculares bajo el contexto de Industria 4.0; esto, soportado en la Teoría de Kolb, permite concluir que el incorporar las experiencias prácticas de laboratorio bajo esta visión incluyente, podrá ir mitigando la brecha de la usabilidad y accesibilidad de la tecnología e innovación en la academia.

“La producción en los mercados laborales se asocia a la densidad tecnológica y a la motivación, se genera nuevas exigencias laborales por incremento de competencias genéricas y específicas; existe un nuevo contexto global de empleo a escala mundial, visualizado en el empleo en los servicios en función de tecnologías especializadas debido a la apertura de la economía” (Rama-Vitale, 2021).

3.5 ESTADO DEL ARTE

3.5.1 Proceso de búsqueda

Para este ejercicio se consideraron como palabras clave para la búsqueda sistémica (palabras relacionadas o sinónimos de referencia) las siguientes: *industry 4.0, learning factory, model, education, universities*, Colombia. Se parte de indagaciones o pesquisas preliminares en relación con el tema de estudio, artículos de investigación, ponencias y *review*. Como método se genera estudio sobre el título, objetivos de estudio y preguntas de investigación. Fuentes de información primaria (observación, expertos, entrevistas, empresas, entre otros estudios de campo, in situ) y secundaria (bases de datos, fuentes documentales, cibergrafía, sitios web empresariales, blog de expertos, noticias).

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

3.5.2 Ecuación de búsqueda

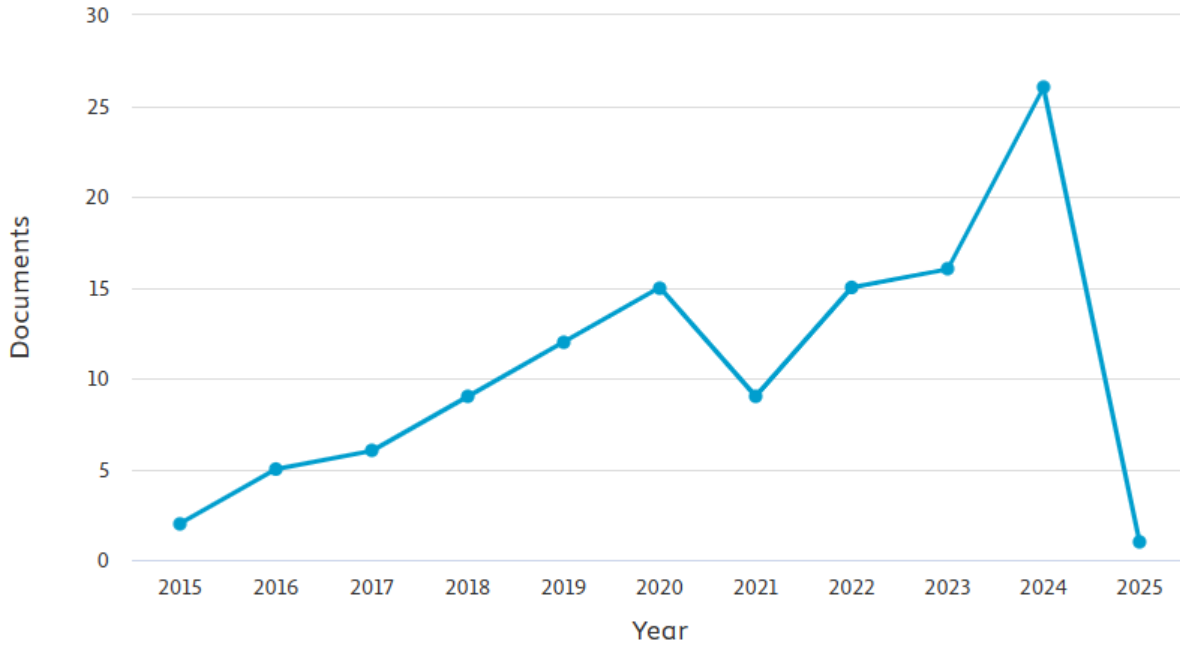
Se analizaron las bases de datos de *Scopus* y *Web of Science*, considerando la inclusión de fuentes con impacto y relacionamiento sobre el tema de estudio. La ecuación de búsqueda resultante se construyó partiendo de los términos de búsqueda y sus diferentes combinaciones. La analítica arroja los siguientes resultados:

TITLE-ABS-KEY ("industry 4.0" AND "learning factory" AND "education")

Se aplicaron una serie de criterios de inclusión (IC) y exclusión (EC) que permiten priorizar la búsqueda de forma más precisa, llegando a definir los escritos relevantes en la investigación de acuerdo con el tema de estudio, dichos criterios son:

IC1: Artículos con texto completo disponibles para leer
IC2: Artículos formularios electrónicos publicados entre 2015 y 2025.
IC3: Reseñas de congresos, tesis de investigación
EC1: Bibliográficas, capítulo de libros, trabajos de literatura indexada o gris
EC2: Papeles sin acceso al archivo digital.

Figura 2. Documentos por año para ecuación de búsqueda



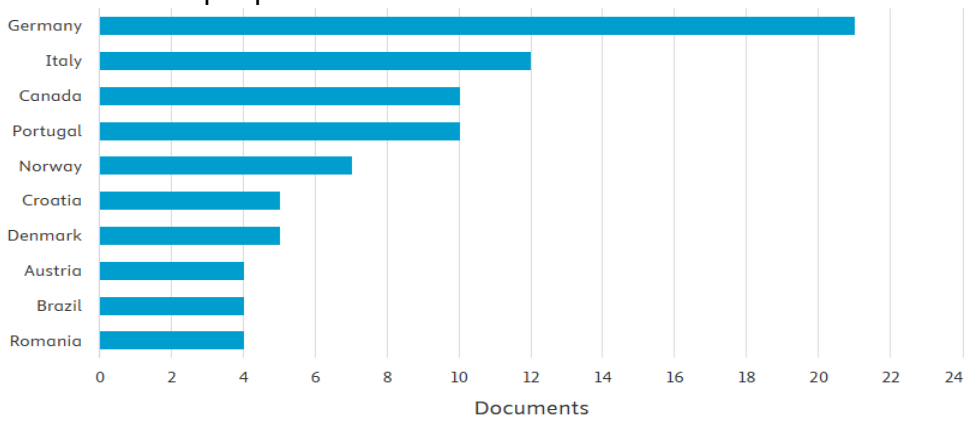
Fuente: Data de *Scopus*, 2025

Igualmente, se muestra parte de la analítica de los hallazgos de esta búsqueda que resultan relevantes para el tema de estudio, tales como documentos escritos por año (ver **Figura 2**), por país o territorio (ver **Figura 3**) y por área o sector (ver **Figura 4**).

Para los documentos escritos por año se puede observar un crecimiento en tendencia positiva desde el año 2015 hasta el año 2025. Para este año, se evidencia un tope y posterior decrecimiento de producción al 2021, fenómeno atribuido a la pandemia por el Covid - 19 que se vive en el mundo.

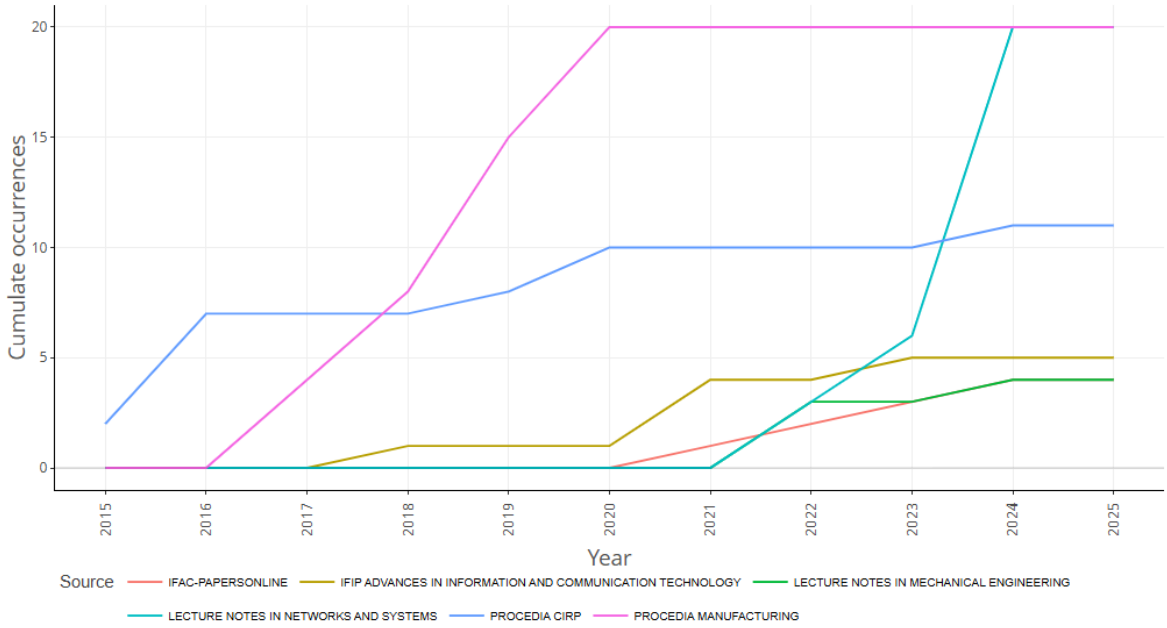
Analizando el país o territorio que presenta mayor producción en documentos para la temática de estudio se tiene a Alemania siendo pioneros en los temas de estudio.

Figura 3. Documentos por país o territorio



Fuente: Data de *Scopus*, 2025

Figura 4. Documentos por área o sector

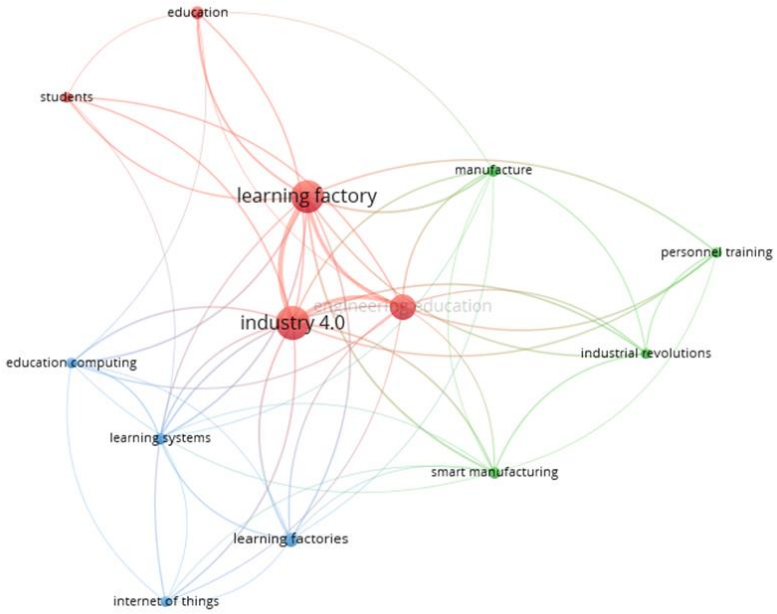


Fuente: *Bibliometrix* con data de *Scopus*, 2025

En cuanto a los documentos escritos con relación a Industria 4.0, *Learning Factory* y educación, se tiene una mayor producción e investigación en áreas de conocimiento relacionadas con ingeniería (41,4%), seguido por ciencias de la computación (31,5%).

Finalmente, en la **Figura 5**, se muestra la relación de palabras claves en este contexto, destacando claramente la Industria 4.0 y el *Learning Factory*, sin embargo, resulta especial interés en sus correlaciones con manufactura, entrenamiento de personal, revolución tecnológica, manufactura inteligente, estudiantes y educación en ingeniería.

Figura 5. Correlación de palabras claves



Fuente: *VOSviewer* con data de *Scopus*, 2025

3.5.3 Criterios para el análisis de la información

Para avanzar en el estado del arte, se desarrolla una serie de categorías y clasificaciones con el objeto de clasificar categorías que permitirán realizar las pesquisas de información y el análisis respectivo para conocer el desarrollo de la temática de estudio a nivel nacional e internacional (Ver criterios en **Anexo 1.** Matriz de criterios para el análisis de la información).

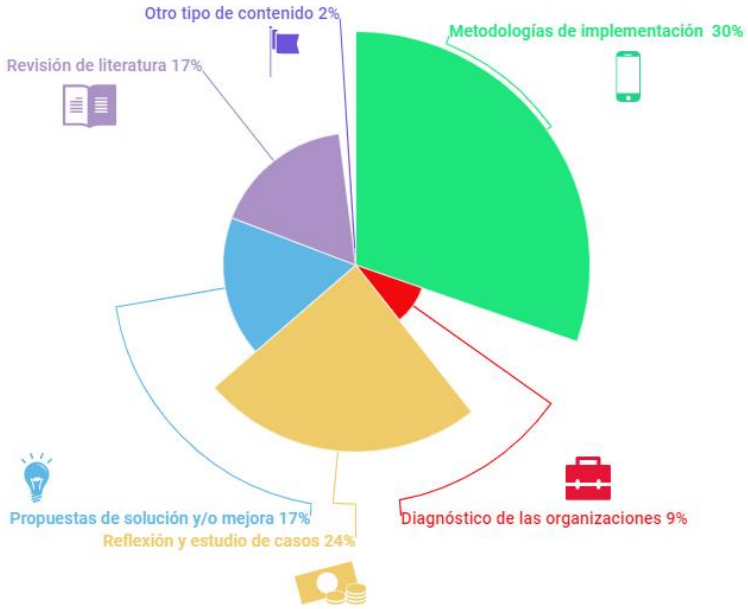
Categoría 1. País → 16 clasificaciones
Categoría 2. Contenido principal → 6 clasificaciones
Categoría 3. Sector empresarial → 5 clasificaciones
Categoría 4. Tipo de investigación → 9 clasificaciones
Categoría 5. Pilar Industria 4.0 → 10 clasificaciones
Categoría 6. Metodología de aprendizaje → 10 clasificaciones
Categoría 7. Relación universidad-empresa → 2 clasificaciones
Categoría 8. Tecnologías empresariales → 14 clasificaciones
Categoría 9. Desarrollo de competencias académicas → 2 clasificaciones

Categoría 10. Impactos → 6 clasificaciones

A los 63 documentos resultado de la ecuación de búsqueda se les aplican los IC y EC para generar así una base de producción para el análisis cienciométrico de 48 fuentes de información. A continuación, se presentan los hallazgos de la revisión sistemática realizada, interpretando el contenido en cada una de las 10 categorías y sus respectivas clasificaciones.

En cuanto al contenido principal se tiene que el 30% corresponde a metodologías de implementación, 24% hace referencia a reflexión y estudio de casos y en iguales porcentajes de participación revisión de literatura y propuestas de solución y/o mejora, cada una con el 17%, tal como lo muestra la **Figura 6**.

Figura 6. Contenido principal de la investigación



La **Figura 7** deja en evidencia que la mayoría de las investigaciones son de tipo explicativa (24%), seguida por las de tipo descriptivas (20%) y aplicativas (13%).

Dentro de las principales tecnologías empresariales identificadas en las investigaciones en estudio se encuentran las relacionadas con la cuarta revolución industrial (26%), sistemas de información (16%), alguna aplicación o software (13%), el trabajo digital (12%) y el Internet / Intranet (11%), tal como lo muestra la **Figura 8**.

Figura 7. Tipo de investigación aplicada

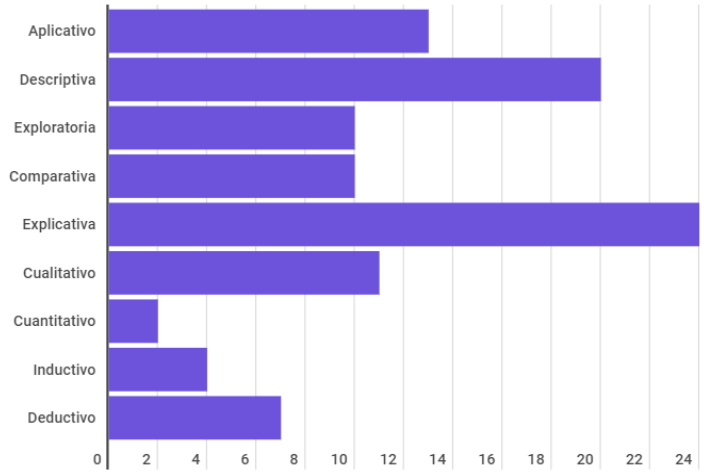


Figura 8. Tecnologías empresariales identificadas

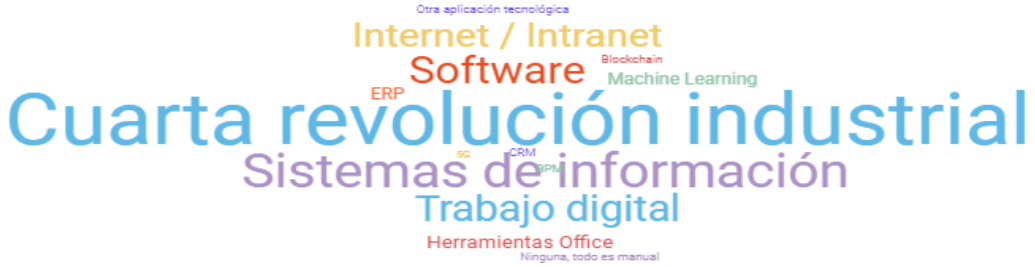
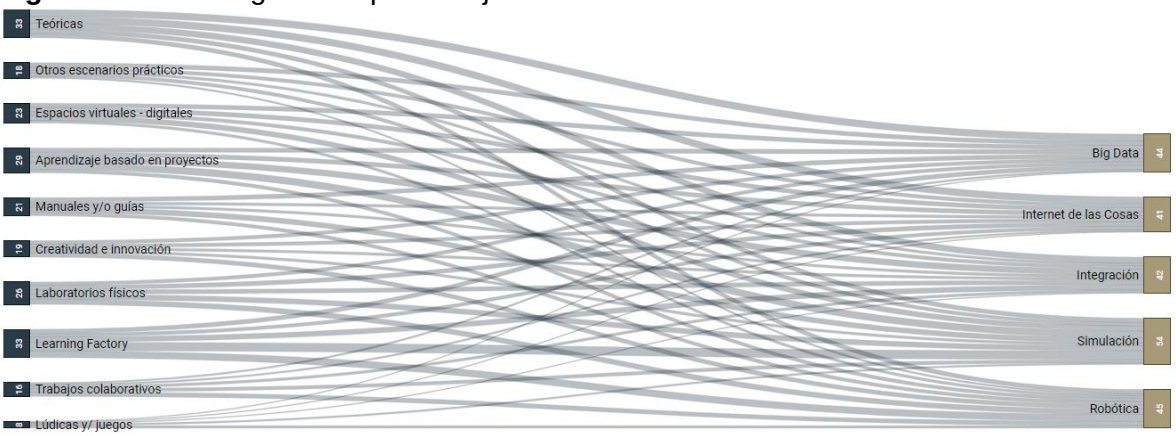


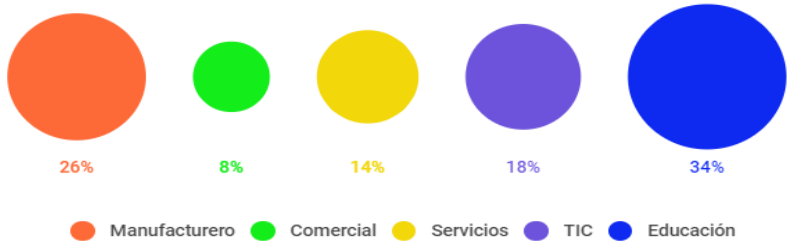
Figura 9. Metodologías de aprendizaje vs. Pilar de la Industria 4.0



La **Figura 9** muestra un cruce entre con qué metodologías de aprendizaje, es decir, el cómo se están abordando los pilares de la Industria 4.0, y es de destacar, como los *Learning Factory* (18%), los laboratorios físicos (15%), los fundamentos teóricos 13%) y el aprendizaje basado en proyectos (13%), resultan ser las metodologías más exploradas y aplicadas. Los pilares de la I4.0 más visibles en las investigaciones estudiadas fueron big data (22%), simulación (15%), integración (13%), IoT (12%) y robótica (11%). En cuanto a

la combinación el big data y el IoT tienen como principal metodología de aprendizaje los fundamentos teóricos, mientras que la simulación, la robótica y la integración lo hacen desde el *Learning Factory*.

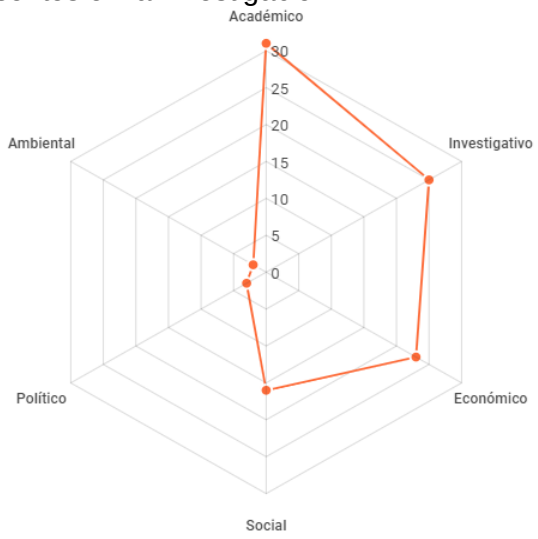
Figura 10. Sector empresarial presente en la investigación



En cuanto a los sectores empresariales presentes en las investigaciones relacionadas con el tema en estudio, se destacan el educativo con el 34%, seguido por el manufacturero con el 26% y las TIC con el 18%, como se observa en la **Figura 10**.

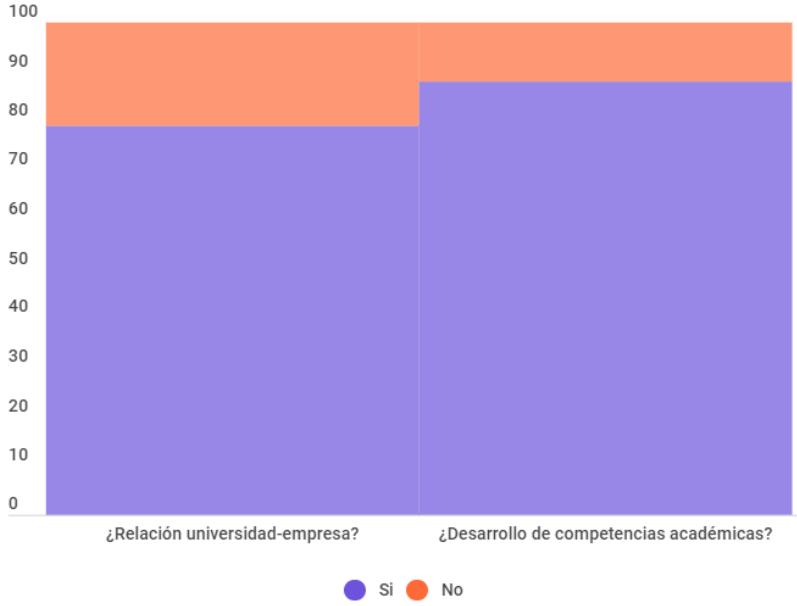
La **Figura 11** muestra como los principales impactos presentes en la investigación son los académicos (31%), los investigativos (25%), económicos (23%) y social (16%).

Figura 11. Impactos presentes en la investigación



Finalmente, la **Figura 12** muestra cómo el 79% de la producción analizada, evidencia la relación universidad-empresa. En ese mismo tema, el 88% reconoce el desarrollo de competencias académicas en el contenido de los estudios realizados.

Figura 12. Relación universidad-empresa y desarrollo de competencias académicas



3.5.4 Contexto Internacional

Tal como se evidenció en el estado del arte, Alemania resulta ser el líder en lo que respecta a *Learning Factory*, destacando esta estrategia de fábrica de aprendizaje en escenarios símiles a los diferentes sectores productivos para la formación e investigación desde la academia.

Estas iniciativas representan una sumatoria de esfuerzos para potencializar competencias (aprendizaje) en entornos realistas (fábricas). De acuerdo con la International *Academy for Production Engineering* - CIRP (2017), una fábrica de aprendizaje se define por:

- Procesos que son auténticos, incluyen múltiples estaciones y comprenden aspectos tanto técnicos como organizativos
- Un entorno que es modificable se asemeja a una cadena de valor real
- Un producto físico que se está fabricando
- Un concepto didáctico que comprende el aprendizaje formal, informal y no formal, habilitado por las propias acciones de los alumnos en un enfoque de aprendizaje en el sitio.

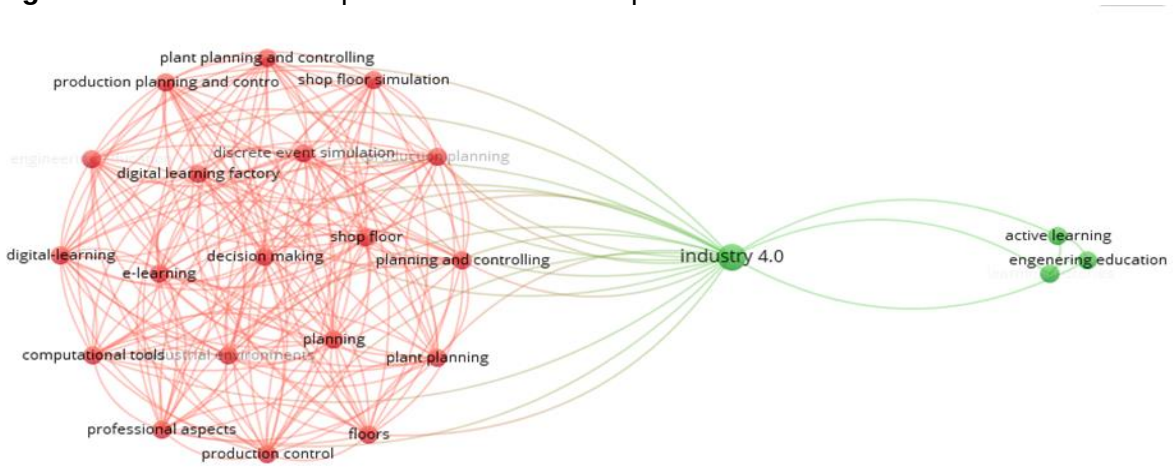
Dentro de los principales temas que, en países como Alemania, Canadá, Austria, Grecia, Ungría, Luxemburgo, Italia y Sudáfrica, han abordado para la puesta en marcha de fábricas de aprendizaje en la academia y la industria se encuentran la Industria 4.0, la optimización y digitalización de sistemas, productos integrados, *Lean Management*, gestión eficiente, participación de los trabajadores, gestión de la calidad, logística y operaciones ajustadas (Abele *et al.*, 2018)

La creación de auténticos laboratorios de Industria 4.0, fábricas de aprendizaje y laboratorios de pruebas en universidades es una forma de acelerar la difusión de los conocimientos, su aceptación y facilitar la aplicación. Contribuirán a demostrar a las PYME la aplicación en el mundo real de estos complejos sistemas. El mundo académico dispondrá de recursos clave para desarrollar conocimientos y habilidades prácticas en sus graduados e instalaciones de investigación capaces de acelerar el desarrollo de tecnologías (Marian *et al.*, 2019)

3.5.5 Contexto Nacional

Continuando a nivel país, es importante destacar en términos de producción en investigación, las correlaciones del tema de estudio en Industria 4.0 con la educación en ingeniería y los aprendizajes activos. Se consideran además los procesos de planificación, simulación, toma de decisiones, aprendizaje digital, herramientas computacionales, aspectos profesionales y el *Learning Factory* como temas relacionados.

Figura 13. Correlación de palabras clave a nivel país



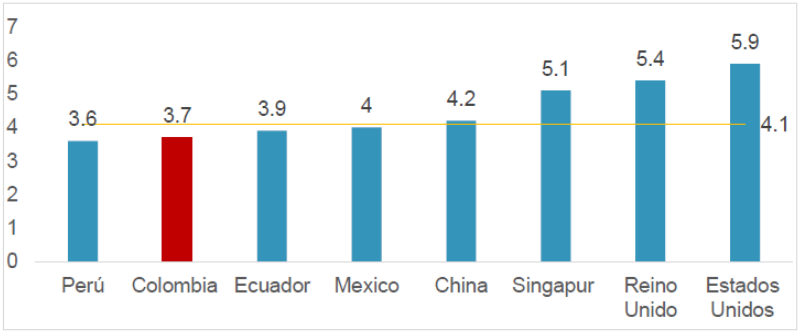
Fuente: *VOSviewer* con data de *Scopus*, 2025

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026 se encuentran enmarcados una serie de pactos que denotan la pertinencia e impacto de estrategias como los *Learning Factory* y la Industria 4.0 en la construcción de tejido educativo, económico y social. A continuación, se enuncian con su respectivo reto y estrategia (DNP, 2022):

A. Habilitadores que potencian la seguridad humana y las oportunidades de bienestar
11. Justicia digital eficiente e incluyente para el bienestar de las personas en los territorios
a. Política de Estado de Transformación Digital de la Justicia de mediano y largo plazo: La digitalización y el uso de herramientas tecnológicas permitirán aumentar la productividad, efectividad, eficiencia y oportunidad de la justicia. Por ello, el Gobierno Nacional formulará una política de Estado de Transformación Digital de la Justicia, fortalecerá la infraestructura tecnológica, promoverá la seguridad jurídica, y buscará cerrar las brechas de acceso a la justicia digital de grupos y poblaciones vulnerables.

De acuerdo con cifras del *Network Readiness Index* del Foro Económico Mundial, que mide la capacidad de innovar de los países frente a la Cuarta Revolución Industrial (4RI), el Plan TIC en su contexto, muestra para Colombia en términos de innovación un desempeño por debajo de la media (4,1), representando una oportunidad la generación de estos espacios que sumen a este tipo de indicadores mundiales (MinTIC, 2025) tal como lo muestra la **Figura 14**.

Figura 14. Capacidad de innovación basada en TIC



Fuente: MinTIC, 2025

Complementaria a esta dinámica tecnológica, se destaca el papel de la formación de los profesionales en ingeniería, donde la configuración de los planes curriculares requiere un compromiso de actualidad en estas tendencias. Para puntualizar, un egresado en ingeniería para que sea competitivo deberá diagnosticar problemas empresariales y adoptar métodos científicos para resolver el problema; así como aumentar la eficiencia de la producción, mejorar la calidad del producto, reducir el costo del producto y aumentar los beneficios para la empresa. Es decir, la ingeniería es una disciplina relacionada con la tecnología y la administración.

Como lo expone Motyl *et al.*, (2017) el uso y la aplicación de estas tecnologías emergentes implican en algunos casos un alto nivel de complejidad. Por lo que se requiere de un cierto nivel de competencias en la formación universitaria para enfrentar los desafíos de los nuevos sistemas de fabricación que está generando la Industria 4.0.

De acuerdo con lo expuesto por González-Hernandez & Granillo-Macias (2021), quienes toman como referencia al Foro Económico Mundial, 2019, “la Industria 4.0 es un nuevo capítulo en el desarrollo humano, esta revolución está habilitada por los avances y la fusión de tecnologías, así como por una creciente armonización e integración entre las disciplinas de investigación, en donde los avances en investigación aprovechan la capacidad tecnológica y digital. Además, la Industria 4.0 está fusionando los mundos físico, digital y biológico”. De esta manera, en todo el mundo, no solo Colombia, las IES están en la tarea de desarrollar, fortalecer y/o potencializar estrategias y planes de acción para permear sus programas curriculares con esta tendencia tecnológica que representa la Cuarta Revolución Industrial.

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Complementario está el compromiso social, donde se evidencia una fuerte apropiación de tecnologías 4.0 en las empresas colombianas, independiente de su tamaño, la **Figura 15**, muestra para cada uno de los pilares de la I4.0 los porcentajes de aplicación a 2017.

Figura 15. Apropiación de tecnologías 4.0 por tamaño de empresa en Colombia

Pilar	Tecnología	Nacional	Grandes	Pymes	Micros
Infraestructura	Ciberseguridad	32.2%	67.2%	37.1%	25.4%
	Computación en la nube	19.1%	48.8%	22.9%	13.6%
Procesamiento	Internet de las cosas	9.0%	14.8%	9.3%	8.2%
	Robótica	1.5%	11.1%	1.2%	0.6%
	Impresión 3D	2.2%	4.8%	2.1%	2.1%
	Realidad virtual	1.0%	1.7%	0.9%	1.0%
Distribución	*Big data*	3.2%	16.8%	4.0%	1.3%
	Inteligencia *artificial*	1.8%	9.7%	2.4%	0.7%
	Blockchain	1.6%	5.9%	1.6%	1.1%

Fuente: Katz, (2017)

A continuación, se mencionan algunos de los casos de *Learning Factory* en Colombia:

- Universidad del Norte, Centro para la Excelencia Docente – CEDU - División de Ingenierías
- Empresa *Learning Factory*, para la generación de espacios de aprendizaje lúdico
- Universidad EAFIT, fábrica de aprendizaje que integra la academia con la industria en un escenario universitario
- Institución Universitaria Pascual Bravo, laboratorios logísticos y de Industria 4.0
- SENA, ambientes de formación en los diferente escenarios y disciplinas

En cuanto a competencias académicas, que también representa un tema de estudio de este proyecto, los autores Olutuase *et al.*, (2020) han evidenciado la importancia del relacionamiento entre los diferentes modelos de formación académica, habilidades y activación de perfiles, considerados como base para el desempeño en el campo laboral. Los ejercicios de formación académica ayudan al aprendizaje basado en competencias, desarrollando habilidades y destrezas que los orienten de manera específica y transversal a desempeñarse como profesionales de acuerdo a los requerimientos de la sociedad, sin embargo Rodríguez-Zambrano (2007) menciona que: con base en los enfoques epistemológicos mencionados, se deben considerar los impactos de las competencias en la relación educación-trabajo-vida, pues la formación debería concebirse como una serie de relaciones entre lo laboral, lo educativo y el mundo real, en donde las competencias serían las habilidades y comportamientos efectivos para el logro o desempeño de trabajos exitosos. (p. 162)

El concepto de competencias ha sido utilizado en diversos contextos, sin embargo, serán las de tipo académico y laboral las que se usarán como foco de la investigación. Las competencias académicas en primer lugar surgen como inquietud académica por parte de un profesor de Psicología de Harvard, David McClelland a finales de la década de los 60 y principios de los 70 cuando identifica que los exámenes o pruebas que se aplicaban en las

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

universidades no podían predecir el futuro éxito o fracaso profesional de los estudiantes universitarios (Brundrett, 2000).

El enfoque por competencias laborales tuvo sus inicios en el Reino Unido (1986). Luego fueron Australia (1990) y México (1996) quienes comenzaron su aplicación buscando incremento en la competitividad del sector productivo. Otros países como Alemania, Francia, España, Colombia y Argentina implementaron este concepto a través de los diferentes entes gubernamentales, entre tanto Estados Unidos, Canadá, Japón y Brasil, identifican en su aplicación una oportunidad para la activación de sus sectores económicos (Ruiz, Jaraba, & Romero, 2005).

En el contexto colombiano, Castrillón *et al.*, (2015) plantean un reto futuro en su investigación en cuanto a la necesidad de reducir la brecha detectada en muchos programas de educación superior entre las competencias teóricas y prácticas. Fue el Ministerio de Educación Nacional a través del Plan Sectorial de Educación (2002-2006), quien promueve la aplicación de competencias en la formación de los estudiantes universitarios; sin embargo se logra identificar que es importante que las Instituciones de Educación Superior (IES) “agilizar el cambio del modelo de enseñanza al aprendizaje basado en competencias, cambio de organización de sistemas estructurados a flexibles basados en créditos académicos, cambio de los modelos de evaluación a evaluación basada en competencias con miras hacia la acreditación” (Rodríguez-Zambrano, 2007).

En cuanto a competencias laborales, “a partir del año 2001 se empezó a desarrollar la metodología para la elaboración de competencias laborales a través del SENA, quien asumió las recomendaciones de la OIT, con algunas asesorías de profesionales y entidades expertas en el tema” (Cárdenas & Navas, 2012).

Considerando lo anteriormente expuesto, el proyecto se fundamenta en la recomendación realizada por los autores González-Hernandez & Granillo-Macias (2021) los cuales discuten que “futuras investigaciones sobre este tema se pueden centrar en cómo se están desarrollando e implementando las iniciativas o estrategias de *Learning Factory y Teaching Factory* para el desarrollo de competencias y cómo se han beneficiado los estudiantes en su integración a la Industria 4.0”.

3.5.6 Contexto Universitario

Finalmente, esta propuesta se enmarca en el Plan de Desarrollo del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid 2022 - 2025. Específicamente contribuye su cumplimiento en el contexto internacional por medio de los objetivos de desarrollo sostenible - ODS, que según el Gobierno colombiano para la Agenda 2030 permita mejora en la calidad de vida y el desarrollo sostenible bajos las dimensiones económicas, social y de medio ambiente. Y en el contexto nacional a través del marco legal, lineamientos, y conceptos del sistema nacional de planeación, el sistema de relaciones establecido para el abordaje del desarrollo territorial. Según el marco legal en Colombia se contempla los artículos 67, 69, 366 y las leyes 30 de 1992, en el artículo 83 y la Ley 152 de 1994, en el artículo 31 y por ser una institución universitaria adscrita al gobierno departamental, está obligado a formular su Plan de Desarrollo, en los términos que establece el presente artículo

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

A nivel de la Facultad de Administración, esta propuesta puede contribuir al fortalecimiento de la función docente, particularmente en la Estrategia 1, asociada con los procesos académicos, en donde se incluye como elemento fundamental el "Promover nuevas estrategias pedagógicas y didácticas para la enseñanza en ingeniería." El proyecto asociado a la Innovación en educación en ingeniería en donde se propone el diseño y la gestión de recursos para el montaje de un laboratorio como un espacio de producción de objetos físicos a escala personal o local que permita el acceso de estudiantes, docentes y egresados de la Facultad a los ambientes, herramientas y materiales de tecnologías avanzadas.

Complementario a lo anteriormente expuesto, en esta misma línea, la estrategia es que los procesos académicos busquen avanzar hacia un sistema de aseguramiento de la calidad a través de una gestión curricular adecuada. Posicionar internacionalmente a la Facultad, promover nuevas estrategias pedagógicas y didácticas para la enseñanza en ingeniería.

Actualmente, la Facultad de Administración dispone de espacios de laboratorios en la sede Bello para el aprendizaje a partir del trabajo con herramientas convencionales y de ajuste mecánico. La propuesta es complementar estos recursos para el desarrollo y gestión del modelo *Learning Factory* (propuesta de laboratorio) como un espacio de producción de objetos físicos a escala personal o local que permita el acceso de nuestros estudiantes, docentes y egresados a los ambientes, herramientas y materiales de tecnologías avanzadas.

3.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.6.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo *Learning Factory* 4.0 que apoye la relación universidad - empresa como dinamizador de la gestión eficiente de tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de la Industria 4.0.

3.5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el panorama de las tecnologías empresariales a nivel país en relación con las aplicaciones de la Industria 4.0 y la afinidad de los perfiles de formación desarrolladas en el marco de *Learning Factory* 4.0.
- Diseñar una metodología que permita valorar el impacto de las competencias académicas necesarias para gestionar eficientemente las tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de Industria 4.0.
- Estructurar escenarios de *Learning Factory* que permitan potencializar el aprendizaje significativo aplicado para la validación y monitoreo de las necesidades tecnológicas empresariales en la cuarta revolución industrial.

3.5.3 Características de los participantes

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Para establecer las necesidades tecnológicas empresariales a nivel país, es indispensable definir parámetros de selección que orienten la identificación de sectores y empresas clave. A continuación, se presentan los parámetros definidos.

Parámetros de selección:

- Para la selección de sectores, se considera la tasa de crecimiento anual y trienal del PIB por sectores a precios constantes en Colombia para el tercer trimestre de 2023.
- Para la selección de empresas, se considera la ubicación geográfica de acuerdo con el índice de competitividad de ciudades para 2023.
- De acuerdo con los sectores y la facilidad de contactar a las empresas, se define un muestreo por conveniencia para la aplicación de entrevistas estructuradas, considerando empresas de diferentes tamaños.

Tomando como referencia la clasificación de las MiPymes expuesta por el Decreto MinCIT No. 957 del 5 de junio de 2019 (Bancoldex, 2024) y de acuerdo con MINCIT (2023) y González-Patiño & Llanes-Valenzuela (2024) quienes usan como fuentes de información complementarias como el Registro Único Empresarial y Social (RUES), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Cámaras de Comercio, Confecámaras, la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF) y la Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ACOPI), Colombia registró aproximadamente 1,854,086 empresas activas en el 2023 de las cuales 1,848,843 son Mipymes. Para detallar su participación se tiene qué:

- Con relación al sector, el 41% pertenece al sector servicios, el 40.6% corresponde al sector comercio, el 11% al sector manufacturero y/o industrial y el 7.4% es construcción.
- Con respecto al tamaño, el 95% es microempresa, el 3.5% es pequeña empresa, el 0.8% es mediana empresa y el 0.7% es gran empresa.
- Con respecto a la ciudad, se tiene que las ciudades más representativas del país de acuerdo con las categorías generadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) el 24.7% de las empresas se ubica en Cundinamarca (Bogotá), seguido de Antioquia (Medellín) con el 12.6%, Valle del Cauca (Cali) con 8.7%, Risaralda (Pereira) con 1.27%, Quindío (Armenia) con 1.21%, Caldas (Manizales) con 1.16% y Santander (Bucaramanga) con 0.18%.

Empresas seleccionadas

Para seleccionar la empresa y el sector al que pertenece y asociarla a cada ciudad, se hizo uso de la red de contactos empresariales personales y se completó con una búsqueda en directorios web para establecer contacto con las empresas en las ciudades elegidas que hicieran falta.

3.5.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Por tratarse de una investigación de campo se requiere definir un instrumento que permita la recolección de información teniendo como punto de partida la necesidad de indagar a través de técnicas y métodos sistemáticos e interactivos de predicción, aspectos de las empresas de las ciudades más representativas del país de acuerdo con las categorías generadas por el DNP como se menciona en el ítem anterior. Para la recolección de datos, se eligió *KoboToolbox*, una plataforma de código abierto ampliamente adoptada por su

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

versatilidad y eficacia. Sus ventajas incluyen la compatibilidad multidispositivo y la accesibilidad tanto en línea como fuera de línea (Martens *et al.*, 2020), una interfaz intuitiva para diversas poblaciones (Rotter *et al.*, 2021), soporte para metodologías mixtas (Ali, 2024), alta fiabilidad de datos (Reyes-Galindo *et al.*, 2023), capacidad para entrevistas en profundidad con entrenamiento adecuado (Dera *et al.*, 2023), y gestión eficiente de datos en tiempo real. Su eficacia demostrada en estudios similares y adaptabilidad a limitaciones comunes en las empresas, la hicieron idónea para la investigación en entornos industriales (Griscom, 2022).

Dicho instrumento se encuentra disponible en el siguiente enlace clic para acceder en línea y en el **Anexo 2.** Instrumento para la recolección de la información (entrevista).

El instrumento ha sido validado (también a través de la herramienta *KoboToolbox*) antes de su aplicación con profesores de la Universidad de Antioquia pertenecientes a grupos de investigación a través de las siguientes preguntas, las cuales permitieron realizar algunos ajustes de forma:

- ¿Presenta un texto introductorio con el propósito, agradece la colaboración y las instrucciones son precisas para el diligenciamiento?
- ¿El hilo conductor está claramente definido?
- ¿Se puede desarrollar a completitud sin apoyo de los investigadores en caso de que fuese enviado vía correo electrónico?
- ¿Las Partes en las que se estructura el instrumento son pertinentes para el objetivo planteado?
- ¿El contenido tiene el alcance suficiente para las Fases I de la investigación?
- ¿El tiempo de diligenciamiento es adecuado para el público objetivo?
- ¿La interfaz gráfica del instrumento, tipo de preguntas y estructura es adecuada?

3.5.5 Procedimiento

Se procura realizar entrevistas con múltiples partes interesadas dentro de la empresa, como gerentes, líderes tecnológicos, gerentes de operaciones y personal de TI de acuerdo con el tamaño de la empresa seleccionada así:

- Microempresa: Gerente
- Pequeña empresa: Gerente
- Mediana empresa: Gerente
- Grande empresa: Gerente, área TI y procesos

Se concretan entrevistas virtuales para todas las empresas seleccionadas, de las cuales el 60% fueron sesiones sincrónicas y el 40% acompañamiento remoto para resolución de dudas mientras diligenciaban el instrumento.

3.5.6 Análisis de Información

Como métodos para el análisis de los datos, se utilizan:

- Análisis de frecuencias
- Tablas de correspondencia
- Representación gráfica

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

3.6 CRONOGRAMA

Tabla 1. Cronograma

Fase	Objetivos	Actividad	TIEMPO (Bimestres)												Entregable
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
FASE I. Caracterización	Caracterizar el panorama de las tecnologías empresariales a nivel país en relación con las aplicaciones de la Industria 4.0 y la afinidad de los perfiles de formación desarrolladas en el marco de *Learning Factory* 4.0.	Definir las necesidades tecnológicas empresariales a nivel país													Infografía de la Industria 4.0 en Colombia, la tecnología (dura y blanda) usada por sus empresas y la relación con los perfiles de formación.
		Caracterizar los pilares de la Industria 4.0 en el contexto colombiano													
		Caracterizar la aplicación de Learning Factory en los perfiles de formación en contextos empresariales del país.													
FASE II. Diseño	Diseñar una metodología que permita valorar el impacto de las competencias académicas necesarias para gestionar eficientemente las tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de Industria 4.0.	Comparar los pilares y tecnologías asociadas con Industria 4.0, las competencias de los perfiles de formación, la aplicación de *Learning Factory* en el contexto de la industria colombiana.													Paso a paso metodológico de valoración para gestionar eficientemente las tecnologías empresariales colombianas
		Relacionar las necesidades tecnológicas empresariales e Industria 4.0													
		Relacionar las competencias de los perfiles de formación más afines a aplicar la cuarta revolución y necesidades tecnológicas empresariales													
FASE III. Monitoreo	Estructurar escenarios de *Learning Factory* que permitan potencializar el	Generar una escala de valoración del impacto de los perfiles de formación más afines con la													Análisis cruzado de la relación universidad - empresa en términos de los impactos

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

	aprendizaje significativo aplicado para la validación y monitoreo de las necesidades tecnológicas empresariales en la cuarta revolución industrial.	cuarta revolución y sus pilares													académicos-sociales, empresariales y tecnológicos fortalecidos por la aplicación de la Industria 4.0
		Diseñar espacios para fábricas de aprendizaje orientadas a potencializar las aplicaciones de la Industria 4.0													
		Proponer indicadores de medición como aporte de los perfiles de formación para el monitoreo empresarial													
FASE IV. Modelo *Learning Factory* 4.0	Desarrollar un modelo *Learning Factory* 4.0 que apoye la relación universidad - empresa como dinamizador de la gestión eficiente de tecnologías empresariales colombianas, en el contexto de la Industria 4.0.	Generar estrategias para permear el plan curricular de los perfiles de formación más afines con la cuarta revolución y sus pilares con miras al desarrollo de habilidades y competencias tecnológicas													Modelo Learning Factory
		Fomentar espacios multidisciplinares para la integración de saberes que potencialicen el desarrollo de la tecnología empresarial													
		Estructurar modelos que incluyan Learning Factory como ambientes de formación													

3.7 COMPROMISOS DE PRODUCCIÓN Y ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN

Fase I. Caracterización y Fase II. Diseño

- Generación de producto de nuevo conocimiento de desarrollo tecnológico e innovación:
  - Artículo postulado en revistas nacionales o extranjeras con clasificación C, según el último modelo de Publindex disponible.
  - Ponencia nacional o internacional
- Formación: Un estudiante de pregrado

Fase III. Monitoreo y Fase IV. Modelo *Learning Factory* 4.0

- Incorporación de los resultados obtenidos en el currículo académico:
  - Guías interactivas de laboratorio *Learning Factory* para el desarrollo de habilidades y competencias en las tecnologías de la Industria 4.0
- Generación de productos de apropiación social de conocimiento:
  - Escenario activo *Learning Factory* 4.0 para la transformación digital de los procesos productivos, de calidad y logísticos como estrategia de fortalecimiento de la relación universidad-empresa
- Formación - Un estudiante de pregrado

3.8 RESULTADOS ESPERADOS

A continuación, se muestran los principales impactos y resultados esperados del proyecto para cada una de sus fases de desarrollo (ver **Tabla 2**).

Tabla 2. Resumen de impactos y resultados esperados del proyecto

Fase I. Caracterización y Fase II. Diseño		
Actividad	**Resultado esperado**	**Impactos**
Generación de producto de nuevo conocimiento de desarrollo tecnológico e innovación	▪ Artículo postulado en revistas nacionales o extranjeras con clasificación C, según el último modelo de Publindex disponible ▪ Ponencia nacional o internacional	▪ Mejorar el uso de la tecnología en relación con la productividad y competitividad industrial de los sectores económicos Definir el pilar de la industria 4.0 que genera mayor competitividad y aumento de la productividad en los sectores económicos. ▪ Nuevas estrategias de aplicación de *Learning Factory* para las IES según las necesidades del mercado laboral. ▪ Impulsar el uso de la tecnología I4.0 en el desarrollo económico de las organizaciones con la ayuda de un mejor recurso humano ▪ Mayor competitividad y satisfacción de los clientes internos y externos para los sectores económicos que implementan la I4.0 ▪ Recurso humano capacitado y formado en las tecnologías de la cuarta revolución tecnológica
Formación	▪ Estudiante de Pregrado	

Fase III. Monitoreo y Fase IV. *Modelo Learning* Factory 4.0		
Actividad	**Resultado esperado**	**Impactos**
▪ Incorporación de los resultados obtenidos en el currículo académico.	▪ Guías interactivas de escenario *Learning Factory* 4.0 para el desarrollo de habilidades y competencias en las tecnologías de la I4.0	▪ Asertividad en el uso y capacitación del recurso humano con relación a la industria 4.0 implementada en la organización. ▪ Acercamiento a consultorías empresariales para fortalecer la relación universidad - empresa ▪ Estandarizar la trazabilidad y el seguimiento en la formación y capacitación de los colaboradores con ayuda de las herramientas de indicadores. ▪ Guías de laboratorio aplicables a los cursos del plan curricular en contexto de la I4.0 ▪ Simulación de escenarios de formación y aprendizaje para la adaptación de los estudiantes y futuros egresados en escenarios reales de trabajo ▪ Aumentar la capacidad instalada en escenarios de laboratorio
▪ Generación de productos de apropiación social de conocimiento	▪ Escenario activo *Learning Factory* 4.0 para la transformación digital de los procesos productivos, de calidad y logísticos como estrategia de fortalecimiento de la relación universidad-empresa	
Formación	▪ Estudiante de Pregrado	

3.9 COMPROMISOS DE LAS ENTIDADES EXTERNAS PARTICIPANTES (Si Aplica)

INFORMACIÓN GENERAL DE ENTIDAD PARTICIPANTE	
Entidad	Universidad de Antioquia
NIT	890.980.040-8
País	Colombia
Dirección	67 #53-108
Teléfono	(604) 2195575
Dirección electrónica	
Representante legal-cédula	
Compromisos	
1. 4 horas de docente Co-investigador	
2. Los relacionados en el proyecto	

Nota: Las propuestas de investigación que se presenten con personal externo, cumplen en el proceso las siguientes fases:
Carta de contrapartida o intensión
Convenio Marco de cooperación entre las entidades
Convenio Específico en desarrollo del proyecto

3.10 COMUNIDAD IMPACTADA CON EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA (directa e indirecta)

3.10.1 Impacto Social

El proyecto modelo *Learning* Factory 4.0 genera un impacto social transformador en múltiples dimensiones. Desde la perspectiva educativa, promueve la formación de profesionales altamente competitivos, capaces de responder a los desafíos tecnológicos de la Industria 4.0, reduciendo la brecha entre la academia y el sector productivo.

La iniciativa contribuye directamente al desarrollo del capital humano colombiano, generando profesionales con competencias tecnológicas avanzadas que pueden impulsar la innovación y la productividad nacional. Al vincular universidad y empresa, se crean ecosistemas de conocimiento que potencian la transferencia tecnológica y el desarrollo de soluciones para problemas reales del tejido empresarial. El modelo propuesto tiene un alcance social estratégico, ya que:

- Democratiza el acceso a tecnologías de vanguardia
- Genera oportunidades de empleabilidad para jóvenes profesionales
- Promueve la inclusión tecnológica en diferentes sectores económicos
- Fortalece la competitividad del recurso humano colombiano
- Impulsa la transformación digital del país desde la formación académica

El proyecto no solo beneficia a estudiantes y empresas, sino que se constituye como un modelo replicable que puede impulsar la modernización del sistema educativo y productivo nacional.

3.10.2 Impacto al Currículo

El modelo *Learning Factory* 4.0 representa una renovación curricular fundamental, trascendiendo los modelos tradicionales de enseñanza hacia una formación práctica, interdisciplinaria y conectada con la realidad empresarial. La propuesta impacta el currículo mediante:

- Actualización de contenidos académicos alineados con tecnologías emergentes
- Integración de metodologías de aprendizaje basadas en resolución de problemas reales
- Desarrollo de competencias técnicas y blandas requeridas por la Industria 4.0
- Flexibilización de planes de estudio para responder a dinámicas tecnológicas cambiantes
- Incorporación de herramientas y metodologías como *Learning Factory*

Elementos curriculares transformados:

- Inclusión de módulos sobre tecnologías disruptivas
- Rediseño de prácticas académicas con enfoque empresarial
- Construcción de rutas de formación interdisciplinarias
- Implementación de laboratorios de innovación
- Vinculación de docentes con experiencia industrial

El modelo propone un currículo dinámico, centrado en competencias, que forma profesionales capaces de gestionar la complejidad tecnológica, adaptarse a entornos cambiantes y generar valor en diferentes contextos organizacionales.

La transformación curricular busca formar profesionales con pensamiento crítico, capacidad de innovación y competencias digitales avanzadas, respondiendo a las demandas de la cuarta revolución industrial.

3.10 ASPECTOS ÉTICOS

3.10.1 Consentimiento informado entrevistados en la investigación

Se socializó con las partes interesadas el consentimiento informado para el manejo de la información recolectada, el cual se relaciona en el **Anexo 3.** Formato de consentimiento informado de participación en entrevista | Industria 4.0.

Todos los proyectos que sean **aprobados se deben presentar al Comité de Ética Institucional (CEPI)**, y serán recibidos para su evaluación siempre y cuando se envíe la siguiente información en formato electrónico al email cepi@elpoli.edu.co.

3.10.2 Consentimiento informado

Ver **Anexo 4.** FIN15 CONSENTIMIENTO INFORMADO V0223-03-2021__11_46_14

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

3.10.3 Cuestionarios, formularios o entrevistas que se utilizarán para recoger información de los participantes

Para el cumplimiento del objetivo "Caracterizar el panorama de las tecnologías empresariales a nivel país, en relación a las aplicaciones de la Industria 4.0 y la afinidad de los perfiles de formación para gestionarlas eficientemente, desarrollado en el marco de *Learning Factory* 4.0" correspondiente a la Fase I del proyecto, se realizarán una serie de entrevistas semiestructuradas, las cuales podrán ser virtuales o presenciales de acuerdo a la ubicación del actor en la investigación, para lo cual se dispondrá de un esquema con preguntas abiertas y cerradas enviadas con antelación al entrevistado (empresarios, expertos, investigadores, estudiantes, líderes de procesos, docentes). Las entrevistas serán con el objetivo de cumplir con las siguientes actividades:

- Definir las necesidades tecnológicas empresariales a nivel país (5 empresas de los 5 principales sectores económicos).
- Caracterizar los pilares de la Industria 4.0 en el contexto colombiano (5 empresas de los 5 principales sectores económicos).
- Caracterizar la aplicación de *Learning Factory* en los perfiles de formación en contextos empresariales del país.

Ver **Anexo 2.** Instrumento para la recolección de la información (entrevista)

3.10.4 Copia de aprobación del proyecto por otros comités de ética de investigación, (aplica solo en caso de que los tenga)

NA

4. FUNCIONES DEL ESTUDIANTE

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	COMPROMISOS
Estudiante 1	10 horas por semana y 12 meses. Búsqueda y consolidación de información, gestión documental, apoyo de verificación en el cumplimiento de estados del proyecto, apoyo en la construcción de informes y material que el proyecto requiera. Diseño Layout para la implementación modular de Factory 4.0. Apoyo a las Fases I, II y III del proyecto.
Estudiante 2	10 horas por semana y 12 meses. Apoyo en la construcción de informes y material que el proyecto requiera. Diseño Layout para la implementación modular de Factory 4.0. Apoyo a la Fase IV del proyecto. Monitor disponible para la operación en puesta en marcha. Guías interactivas del espacio activo *Learning Factory* para el desarrollo de habilidades y competencias en las tecnologías de la Industria 4.0. (Lego® Mindstorms)

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

5. PRESUPUESTO

Tabla 5.1 Presupuesto global de la propuesta por fuentes de financiación.

RUBROS	FUENTES				TOTAL
	CONTRAPARTIDA PCJIC		OTRAS ENTIDADES *		
	Flujo de Efectivo	Recursos Propios	Flujo de Efectivo	Recursos Propios	
Talento Humano (*Integrantes equipo Investigador*)		13.443.450		8.040.796	21.484.246
Equipos, software	34.000.000			211.200	34.211.200
Materiales, e insumos	7.000.000				7.000.000
Salidas de campo	4.000.000	2.000.000		2.000.000	8.000.000
Protección de conocimiento y divulgación	13.000.000				13.000.000
Servicios Tecnológicos (*Experto*)	3.000.000				3.000.000
Gastos de Viajes	7.000.000	3.000.000		3.000.000	13.000.000
Totales	68.000.000	18.443.450		13.251.996	99.695.446

Tabla 5.1.1. Descripción mensual del valor de la ejecución del presupuesto

RUBROS	EJECUCIÓN MENSUAL											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Talento Humano (*Integrantes equipo Investigador*)	1.790.354	1.790.354	1.790.354	1.790.354	1.790354	1.790.354	1.790.354	1.790.354	1.790.354	1.790.354	1.790.354	1.790.354
Equipos, software	17.600	17.600	17.600	6.684.267	17.600	17.600	13.684.267	17.600	17.600	13.684.267	17.600	17.600
Materiales, e insumos				7.000.000								
Salidas de campo			2.500.000			2.500.000				3.000.000		
Protección de conocimiento y divulgación												13.000.000
Servicios Tecnológicos			3.000.000									
Gastos de Viajes									13.000.000			
Totales	1.807.954	1.807.954	7.307.954	15.474.621	1.807.954	4.307.954	15.474.621	1.807.954	14.807.954	18.474.621	1.807.954	14.807.954

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Tabla 5.2 Descripción de los gastos de Talento Humano.

INVESTIGADOR / COINVESTIGADOR/ ESTUDIANTE EN FORMACIÓN	FORMACIÓN ACADÉMICA	FUNCIÓN DENTRO DEL PROYECTO	DEDICACIÓN (hora / semana)	FUENTES				TOTAL
				Contrapartida PCJIC		Otras entidades		
				Flujo de efectivo	Recursos Propios	Flujo de efectivo	Recursos Propios	

Investigador principal	Magister PhD(C)	Canal de comunicación entre las partes interesadas y el equipo de investigadores del proyecto, gestión de la información, cargue de material relacionada al proyecto en los diferentes espacios que así lo requieran, revisión periódica de estado del proyecto, consolidación y construcción de informes y material que el proyecto requiera. Desarrollo de la Fase I, II, III y IV del proyecto.	8		13.443.450			13.443.450
Co-investigador	Magister PhD(C)	Búsqueda y consolidación de información, gestión documental, apoyo de verificación en el cumplimiento de estados del proyecto, apoyo en la construcción de informes y material que el proyecto requiera. Apoyo a las Fases I, II, III y IV del proyecto.	4				8.040.796	8.040.796
Estudiante Pregrado (1)	Estudiante pregrado	Verificación de compromisos del proyecto, validación de actores e intervenciones en el proyecto, búsqueda y generación de espacios para la ejecución de las actividades propuestas, viabilidad y avales necesarios para el logro de los objetivos como responsable del grupo de investigación	10					
Estudiante Pregrado (2)	Estudiante pregrado	Búsqueda y consolidación de información, gestión documental, apoyo de verificación en el cumplimiento de estados del proyecto, apoyo en la construcción de informes y material que el proyecto requiera. Diseño Layout para la implementación modular de Factory 4.0. Apoyo a las Fases I, II y III del proyecto.	10					
TOTAL				**0**	**13.443.450**		**8.040.796**	**21.484.246**

Tabla 5.3 Descripción de los equipos y software que se planean adquirir y de uso propio.

EQUIPO	JUSTIFICACIÓN	FUENTES		TOTAL
		Contrapartida PCJIC	Otras entidades	

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

		Flujo de efectivo	Recursos Propios	Flujo de efectivo	Recursos Propios	
Compra	Lego Mindstorms	15.000.000				15.000.000
Compra	Computadores portátiles para procesamiento de información en la investigación, almacenamiento central y prácticas Learning para uso de software	7.000.000				7.000.000
Compra	2 Estantes Metálicos Industriales 4 Niveles 196 X 183 X 61 para la organización de espacio, disposición de equipos y almacenamiento de materiales disponibles para el Layout	4.000.000				4.000.000
Compra	Bancos de trabajo asegurable con 6 tomacorrientes de 1,50mt x 1,50mt para	4.000.000				4.000.000
Compra	Elementos de gamificación y estrategias lúdicas	4.000.000				4.000.000
Equipo	Propio co-investigador				211.200	211.200
TOTAL		**34.000.000**			**211.200**	**34.211.200**

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Tabla 5.4 Descripción de los productos de Protección de conocimiento y divulgación que se planean adquirir y de uso propio.

NOMBRE DEL PRODUCTO RESULTADO DE INVESTIGACIÓN	JUSTIFICACIÓN	FUENTES				TOTAL
		Contrapartida PCJIC		Otras entidades		
		Flujo de efectivo	Recursos Propios	Flujo de efectivo	Recursos Propios	
Participación en eventos: Ponencia nacional o internacional	Inscripción	2.000.000				2.000.000
Participación en eventos: Ponencia nacional o internacional	Viáticos	6.000.000				6.000.000
Participación en eventos: Ponencia nacional o internacional	Pasajes	5.000.000				5.000.000
TOTAL		**13.000.000**				**13.000.000**

Tabla 5.5 Descripción y justificación de los gastos de viajes para el cumplimiento de la presentación de resultados del proyecto en eventos de socialización.

Lugar	Justificación**	Pasajes ($)	Estadía ($)	Total días	FUENTES				TOTAL
					Contrapartida PCJIC		Otras Entidades		
					Flujo de efectivo	Recursos Propios	Flujo de efectivo	Recursos Propios	
Movilidad internacional	Validación de modelo Learning Factory	4.800.000	2.200.000	7	7.000.000	3.000.000		3.000.000	13.000.000
TOTAL					7.000.000	3.000.000		3.000.000	13.000.000

Tabla 5.6 Descripción y justificación de las salidas de campo.

Lugar /No. de viajes	Justificación **	Pasajes ($)	Estadía ($)	Total días	FUENTES				TOTAL
					Contrapartida PCJIC		Otras Entidades		
					Flujo de efectivo	Recursos Propios	Flujo de efectivo	Recursos Propios	
Bogotá	Reconocimiento de Learning Factory	500.000	500.000	3	1.500.000	1.000.000		1.000.000	3.500.000
Cali	Reconocimiento de Learning Factory	500.000	500.000	3	1.500.000	500.000		500.000	2.500.000
Bucaramanga	Reconocimiento de Learning Factory	500.000	500.000	3	1.000.000	500.000		500.000	2.000.000
TOTAL					**4.000.000**	**2.000.000**		**2.000.000**	**8.000.000**

Tabla 5.7 Materiales, e insumos.

MATERIALES E INSUMOS	JUSTIFICACIÓN	FUENTES				TOTAL
		Contrapartida PCJIC		Otras entidades		
		Flujo de efectivo	Recursos Propios	Flujo de efectivo	Recursos Propios	
Materiales e insumos	KIT Mecano, Legos, Mecano Plastic Junior	7.000.000				7.000.000
TOTAL		7.000.000				7.000.000

Tabla 5.8 Prestación de servicios tecnológicos.

Tipo de servicio	Justificación	FUENTES				TOTAL
		Contrapartida PCJIC		Otras Entidades		
		Flujo de efectivo	Recursos Propios	Flujo de efectivo	Recursos Propios	
Experto en tecnologías	Apoyo en la construcción de informes y material que el proyecto requiera. Diseño Layout para la implementación modular de Factory 4.0. Apoyo a la Fase IV del proyecto. Monitor disponible para la operación en puesta en marcha.	3.000.000				3.000.000
TOTAL		3.000.000				3.000.000

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

6. BIBLIOGRAFÍA

Abele, E., Metternich, J., & Tisch, M. (2018). *Learning Factories - Concepts, Guidelines, Best-Practice Examples.* German: Springer International Publishing. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-92261-4

Ali, H. O. (2024). University Teachers' Vantage Points on ChatGPT Integration in Education: Upsides and Downsides. *Rotura – Revista de Comunicação, Cultura e Artes, 4*(1), 183-194. doi:https://doi.org/10.34623/4eas-ea30

Bancoldex. (23 de February de 2024). *Classification of companies in Colombia*. Obtenido de https://www.bancoldex.com/es/sobre-bancoldex/quienes-somos/clasificacion-de-empresas-en-colombia-200

Barton, H., & Delbridge, R. (2001). Development in the learning factory: training human capital. *Journal of European Industrial Training, 25*(9), 465-472. doi:https://doi.org/10.1108/03090590110410313

Basco, A. I., Beliz, G., Coats, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro.* Buenos Aires: BID. doi:http://dx.doi.org/10.18235/0001229

Brundrett, M. (2000). The Question of Competence: the origins, strengths and inadequacies of a leadership training paradigm. *School Leadership and Management*, 353-369. doi:https://doi.org/10.1080/13632430050128363

Cárdenas, A., & Navas, A. (2012). Normalización de competencias laborales en Colombia. *Revista Vanguardia Psicológica. Universidad Manuela Beltrán, 3*(1), 103-121. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4815144

Castrillón, J., Cabeza, L., & Lombana, J. (2015). Competencias más importantes para la disciplina administrativa en Colombia. *Contaduría y administración. Universidad del Norte, Escuela de Negocios, 60*(4), 776-795. doi:https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.07.009

Dera, M., Wondimagegnehu, A., & Asfaw, Z. G. (2023). Determinants for hesitancy in human papillomavirus (HPV) vaccine uptake among school girls in Jimma Town, Ethiopia. A mixed approach: quantitative and qualitative. *Reproductive Health, 20*(175), 1-13. doi:https://doi.org/10.1186/s12978-023-01711-y

DNP, D. N. (2022). *Plan Nacional de Desarrollo. PND 2022 - 2026.* Bogotá D.C.: Departamento Nacional de Planeación - DNP. Obtenido de https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026

González-Hernandez, I. J., & Granillo-Macias, R. (2021). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 22*(30), 1-14. doi:https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e30.2750

González-Patiño, J. S., & Llanes-Valenzuela, M. C. (2024). *Una mirada a las mipymes en Colombia.* Bogotá, D.C.: BBVA Research Colombia. Obtenido de https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/colombia-una-mirada-a-las-mipymes-en-colombia/

Griscom, R. T. (2022). Supporting linguistic data collection from afar: A mobile metadata system. *Language Documentation & Conservation, 16*, 98-119. Obtenido de https://hdl.handle.net/10125/74677

Joyanes-Aguilar, L. (2017). *Industria 4.0: La cuarta revolución industrial.* México: Alfaomega. Obtenido de https://elhacker.info/manuales/Lenguajes%20de%20Programacion/Industria%204.

0/INDUSTRIA%204.0%20LA%20CUARTA%20REVOLUCION%20INDUSTRIAL.pdf

Katz, R. (2017). *Observatorio de la Economía Digital de Colombia. Informe Final.* Bogotá D.C.: MinTIC, Cámara de Comercio de Bogotá.

Lafont-Mendoza, J., Torres-Hoyos, F., & Ensuncho-Muñoz, A. (2021). Desafíos de las universidades ante la tendencia mundial de la Industria 4.0. *Revista de Ciencias Sociales (RCS), 27*(4), 306-318. doi:https://doi.org/10.31876/rcs.v27i.37009

Marian, R. M., Campbell, D., Stumptner, M., & Jin, Z. (2019). Challenges in Implementing Industry 4 Laboratories and Learning Factories in Academia. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 506-510. doi:https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978634

Martens, M., Hajibayova, L., & Campana, K. (2020). Being on the wrong side of the "Being on the wrong side of the digital divide": seeking technological interventions for education in Northeast Nigeria Technological interventions for education. *Aslib Journal of Information Management, 72*(6), 1-16. doi:https://doi.org/10.1108/AJIM-05-2020-0172

Matus, M., Serra, A., & Colobrans, J. (2019). *Laboratorios vivos, fab labs, fábricas de aprendizaje y metodologías participativas para co-crear el futuro del trabajo y los empleos.* México: Programa de apoyo para actividades científicas, tecnológicas y de innovación, del CONACYT.

MINCIT. (21 de Abril de 2023). *Las microempresas fortalecen el tejido empresarial colombiano*. (Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo) Recuperado el 2023 de Noviembre de 2023, de Noticia de Foto noticias: https://www.mincit.gov.co/prensa/foto-noticias/microempresas-fortalecen-el-tejido-empresarial

MinTIC. (2025). *Plan de Acción.* Bogotá D.C.: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-399586_recurso_1.pdf

Montoya, A., Guarín, Á., & Mora, J. (2020). Advantages of Learning Factories for Production Planning Based on Shop Floor Simulation: A Step towards Smart Factories in Industry 4.0. *Industry 4.0 - Impact on Intelligent Logistics and Manufacturing*, 11-26. doi:https://doi.org/10.1109/EDUNINE.2019.8875782

Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., & Filippia, S. (2017). How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. *Procedia Manufacturing, 11*, 1501-1509. doi:https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.282

Ochoa-Guevara, N., Alvarez-Rodríguez, F., Patiño-Nieto, L., Ochoa-Guevara, S., Mora-Holguín, E., Ochoa-Sana, M., . . . N.A., C.-C. (2021). Soluciones de industria 4.0 a problemas sociales por medio del currículo y laboratorios actualizados en la educación en ingeniería. *Tecnología Educativa Revista CONAIC, 8*(3), 106-116. doi:https://doi.org/10.32671/terc.v8i3.225

Olutuase, S., Brijlal, P., & Yan, B. (2020). Model for stimulating entrepreneurial skills through entrepreneurship education in an African context. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 263-283. doi:https://doi.org/10.1080/08276331.2020.1786645

Rama-Vitale, C. (2021). *La universidad latinoamericana en la encrucijada de sus tendencias.* Perú: Ediciones Universidad Católica de Salta.

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Reyes-Galindo, V., Jaramillo-Correa, J. P., Carrasco Nava, K., De-la-Rosa-González, A. E., Flores-Flores, D., & Martínez, M. (2023). Evaluating pollution-related damage and restoration success in urban forests with participatory monitoring and digital tools. *Conservation Biology, 37*(5), 1-11. doi:https://doi.org/10.1111/cobi.14112

Rodríguez-Zambrano, H. (2007). El paradigma de las competencias hacia la educación superior. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, XV*(1), 145-165. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90915108

Rojas-Arenas, I. D., Jiménez-Medina, E., Durango-Marín, J. A., & Giraldo-Martínez, J. E. (2020). Aprendizaje por competencias e Industria 4.0, un reto para la formación en Ingeniería Industrial. *EIEI, la formación de ingenieros: un compromiso para el desarrollo y la sostenibilidad*, 1-9. doi:https://doi.org/10.26507/ponencia.695

Rotter, A., Gaudêncio, S. P., Klun, K., Macher, J.-N., Thomas, O. P., Deniz, I., . . . Vasquez, M. I. (2021). A New Tool for Faster Construction of Marine Biotechnology Collaborative. *Frontiers in Marine Science, 8*, 1-6. doi:https://doi.org/10.3389/fmars.2021.685164

Rozo-García, F. (2020). Review of the technologies present in industry 4.0. *UIS Engineering Magazine, 19*(2), 177-191. doi:https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019

Ruiz, M., Jaraba, B., & Romero, L. (2005). Competencias laborales y la formación universitaria. *Psicología del Caribe. Universidad del Norte*(16), 64-91. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21301603

7. ASPECTOS NORMATIVOS ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN

El Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid como entidad de educación superior e investigación, viene fortaleciendo los procesos para garantizar el apoyo a grupos e investigadores que buscan la generación de nuevo conocimiento, es por tal motivo que se conforma el Comité de Ética de la Institución CEPI cuyo objetivo es evaluar el cumplimiento de la normatividad nacional e internacional relacionada con la ética de la investigación, garantizando la protección animal y humana en la investigación y la cualificación de la producción científica dentro de la institución.

Los proyectos deben estar ajustados a la normatividad internacional tal como la declaración de Helsinki, las pautas éticas para la investigación biomédica preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas –CIOMS, el Código Núremberg y a los parámetros establecidos en la Resolución 8430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud de Colombia, la ley 84 de 1989 en los casos que competa.

Adicionalmente se debe tener en cuenta la siguiente normativa (en caso de que aplique):

- República de Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430. 4 de octubre de1993.
- República de Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2378. 25 de junio de 2008.
- República de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. Resolución 068. 22 de enero de 2002.

- República de Colombia. Congreso de la Republica. Ley 84. 27 de diciembre de 1989.
- República de Colombia. Congreso de la Republica. Ley 576. 15 de febrero de 2000.
- República de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 1375. 21 de junio de 2013.
- República de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. Decreto 1376. 27 de junio de 2013.
- República de Colombia. Presidente de la Republica. Decreto 309. 25 de febrero de 2000.
- República de Colombia. Organización de las Naciones Unidas. Protocolo de Cartagena sobre seguridad en la biotecnología. Ley 165 de 1994.
- Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), Organización Mundial de la Salud - OMS. Pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos. 2002.
- International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use. Good Clinical Practice (GCP). Published in the Federal Register, 9 May 1997, Vol. 62, No. 90, p. 25691-25709.
- Council for International Organization of Medical Sciences, International Council for Laboratory Animal Science. Guía internacional para investigación biomédica que involucre animales. Pág. 4. 2012.
- Manila conference on animal welfare, Costa Rica steering committee meeting for ministerial conference. Universal Declaration on Animal Welfare. 2007. Pág. 2.
- Directive 86/609/EEC on the protection of animals used for experimental and other scientific purposes.

Fecha de entrega: 08 de abril de 2025

Firma del Investigador principal: _____

icontec ISO 9001 SC5206-1 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM