



*Serie Documentos Universitarios 2018-2024*

# **Rotorr-Motor de Innovación**

# 16

*Una Spin-Off para el Fomento  
de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación,  
la Transferencia de Conocimiento  
y el Emprendimiento*

**Serie Documentos Universitarios**  
**Proyecto cultural, científico y colectivo de nación**  
**2018-2024**

1. El proyecto cultural, científico y colectivo de nación.
2. La integridad y la transparencia como ejes de la gestión institucional.
3. Bienestar Universitario. Bien ser y buen vivir.
4. Prevención de las Violencias Basadas en Género en la UNAL.
5. Ecosistema de transformación digital interse-des.
6. Comunicación estratégica y divulgación científica y cultural.
7. Las relaciones exteriores en la UNAL.
8. Planeación estratégica institucional.
9. Universidad autónoma y sostenible.
10. Sistema de Planeación y Sostenibilidad Financiera para UNISALUD.
11. Cualificación, capacitación y adquisición de buenas prácticas para una gestión del talento humano soportada en el desarrollo humano integral.
12. Puesta en marcha de la Sede de La Paz.
13. Sedes de Presencia Nacional.
14. Corporación Fondo de Apoyo Estudiantil.
15. Instituto de Liderazgo Público UNAL – ADEXUN.
16. Rotorr-Motor de Innovación.

# 16

## **Rotorr-Motor de Innovación**

*Una Spin-Off para el Fomento  
de la Ciencia, la Tecnología, la  
Innovación, la Transferencia  
de Conocimiento y el  
Emprendimiento*

*Serie Documentos Universitarios  
2018-2024*



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA  
Rectoría

© Universidad Nacional de Colombia

RECTORA

*Dolly Montoya Castaño*

EDITOR DE LA SERIE

*Gustavo Silva Carrero*

COORDINACIÓN EDITORIAL

*Mónica Mantilla*

DISEÑO DE LA COLECCIÓN

*Martha Echeverry Perico*

AUTOR

*Jaime Restrepo*

Primera edición, 2024

Bogotá, D. C., Colombia

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.  
Prohibida su venta en otros países diferentes a Colombia.

Impreso y hecho en Bogotá, D. C., Colombia

RECTORA  
*Dolly Montoya Castaño*

VICERRECTOR GENERAL  
*Pablo Enrique Abril Contreras*

VICERRECTOR ACADÉMICO  
*Carlos Augusto Hernández Rodríguez*

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
*Camilo Younes Velosa*

SECRETARIA GENERAL  
*Amanda Lucia Mora Martínez*

GERENTE NACIONAL FINANCIERO  
Y ADMINISTRATIVO  
*Álvaro Viña Vizcaíno*

DIRECTOR NACIONAL DE PLANEACIÓN Y ESTADÍSTICA  
*José Ignacio Maya Guerra*

DIRECTOR NACIONAL DE BIENESTAR  
*Dairo Javier Marín Zuluaga*

DIRECTORA DE RELACIONES EXTERIORES  
*Melba Libia Cárdenas Beltrán*

DIRECTOR UNIDAD DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN – UNIMEDIOS  
*Fredy Chaparro Sanabria*

DIRECTOR OFICINA JURÍDICA NACIONAL  
*Jairo Iván Peña Ayazo*

DIRECTORA NACIONAL DE VEEDURÍA DISCIPLINARIA  
*Diana Yamile Rodríguez Niño*

JEFE OFICINA NACIONAL DE CONTROL INTERNO  
*Ángel de Jesús Múnera*

VICERRECTORA SEDE BOGOTÁ (E)  
*Olivia Lorena Chaparro Díaz*

VICERRECTOR SEDE MEDELLÍN  
*Juan Camilo Restrepo Gutiérrez*

VICERRECTOR SEDE MANIZALES  
*Neil Guerrero González*

VICERRECTOR SEDE PALMIRA  
*Jaime Eduardo Muñoz Flórez*

VICERRECTORA SEDE DE LA PAZ  
*María Marcela Camacho Navarro*

DIRECTOR SEDE ORINOQUIA  
*Óscar Eduardo Suárez Moreno*

DIRECTORA SEDE AMAZONIA  
*Eliana Jiménez Rojas*

DIRECTORA SEDE CARIBE  
*Adriana Santos Martínez*

DIRECTOR SEDE TUMACO  
*John Josephraj Selvaraj*



# Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CONTEXTO</b>	<b>7</b>
La Universidad Nacional de Colombia	7
<b>DESCRIPCIÓN DE LA EJECUCIÓN</b>	<b>13</b>
Rotorr-Motor de Innovación	13
Retos para la transferencia de conocimiento y tecnología	20
Transferencia de conocimiento en el contexto de la Industria 5.0	24
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>27</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>31</b>



# Introducción

EL AUMENTO SOSTENIDO DE LA población mundial plantea desafíos, dado que se entrelaza con el aumento de necesidades mundiales apremiantes importantes (United Nations, 2022). Varias de estas necesidades se pusieron en evidencia especialmente durante los últimos años debido a la pandemia del COVID-19 (Ardito, Coccia y Petruzzelli, 2021). Dicho aumento poblacional está ligado al incremento de demandas en diversos sectores, lo que se traduce en oportunidades para generar soluciones innovadoras a partir de procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i). Por lo tanto, dicho aumento poblacional actúa como un impulsor para una mayor demanda, creando un terreno fértil para la expansión económica y la innovación tecnológica a nivel mundial (Almeida, Duarte-Santos y Monteiro, 2020). Por ejemplo, la necesidad de sistemas de prestación de salud eficientes ha llevado a avances en telemedicina, soluciones de salud digital y el desarrollo de una infraestructura de salud más sólida. Además, la pandemia del COVID-19 ha acelerado la adopción de tecnologías modernas e infraestructura tecnológica, allanando el camino para una transformación digital que abre nuevas posibilidades para el crecimiento económico a través de la innovación y la transferencia de conocimiento (Castaneda y Cuellar, 2020).

En consecuencia, la investigación y el desarrollo se vuelven fundamentales para aprovechar las oportunidades generadas por el crecimiento de la población y las necesidades globales urgentes. Por lo tanto, los estados, las empresas y las universidades deben priorizar y asignar recursos para fomentar la innovación, apostando por un futuro sostenible y resistente vislumbrado a través del cumplimiento articulado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 (Carpentier y Braun,

2020). Estas oportunidades de crecimiento a través de procesos de I+D+i subrayan la necesidad de un enfoque concertado y multidisciplinario para navegar las complejidades del mundo a través de enfoques colaborativos interconectados (Cernev y Fenner, 2020). Estos procesos de I+D+i desempeñan un papel fundamental a la hora de abordar los desafíos multifacéticos de un mundo globalizado (Gerybadze y Reger, 1999) (Foray, Mowery y Nelson, 2012). La investigación proporciona la base y ofrece ideas y conocimientos que impulsan el desarrollo de tecnologías y metodologías innovadoras. Los procesos de desarrollo transforman estos conocimientos en soluciones tangibles y la innovación garantiza que estas soluciones no sólo sean efectivas, sino también adaptables a los desafíos cambiantes (Audretsch y Belitski, 2020). En este contexto, es necesario considerar la importancia del Objetivo de Desarrollo Sostenible 17 (ODS 17), el cual se centra en crear alianzas, enfatizando la necesidad de esfuerzos colaborativos para lograr los otros 16 objetivos. Adicionalmente, la economía social y colaborativa ha emergido como un concepto fundamental en el ámbito internacional, destacándose por sus rasgos identitarios y sus significativas contribuciones a la sociedad y la economía. Este enfoque, que promueve la solidaridad, la primacía de las personas sobre el capital y la gobernanza democrática y participativa se ha convertido en un pilar clave para abordar desafíos globales y promover el desarrollo sostenible (Coraggio, 2021).

Las alianzas estratégicas entre diversos actores (Estados, sectores privados, universidades, organizaciones internacionales, sociedad, entre otros) se vuelven indispensables para aunar recursos, experiencia y tecnologías (Oliveira-Duarte *et al.*, 2021). Estas colaboraciones amplifican el impacto de los esfuerzos de investigación y desarrollo al fomentar un enfoque colectivo para la resolución de problemas multidimensionales (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). El intercambio de conocimientos, la transferencia de tecnología y las iniciativas conjuntas facilitadas por el ODS 17 crean un entorno sinérgico que benefician los procesos de innovación y la transferencia de conocimiento (Kastrinos y Weber, 2020), lo que permite soluciones más efectivas y eficientes para los desafíos globales en un mundo que se encuentra en la transición de la industria.

Adicionalmente, estas alianzas estratégicas también contribuyen a la escalabilidad y sostenibilidad de las soluciones. Al promover asociaciones intersectoriales, el ODS 17 garantiza que se pongan sobre la mesa diversas perspectivas y recursos, fomentando un enfoque holístico e inclusivo para el desarrollo (Ahmad y Zheng, 2022). En esencia, el espíritu colaborativo defendido por este ODS refuerza la naturaleza interconectada de los desafíos globales y muestra la importancia de los esfuerzos articulados en investigación, desarrollo, innovación y transferencia de conocimiento y tecnología para un futuro sostenible y equitativo donde se genera valor a nivel global (Ambos *et al.*, 2021).

En este sentido, las instituciones de educación superior (IES) desempeñan un papel fundamental en el avance de la agenda global estructurada alrededor de los ODS (Ashida, 2022) (Osorio *et al.*, 2022). Estas instituciones actúan como focos para la creación de conocimiento, la innovación y el pensamiento crítico, lo que permite alinear sus esfuerzos con las metas generales de erradicar la pobreza, promover la salud y el bienestar, garantizar una educación de calidad y abordar la sostenibilidad ambiental, entre otros.

Para contribuir de forma eficaz al cumplimiento de los ODS, las IES deben acelerar la transformación de sus resultados de investigación y desarrollo en soluciones tangibles a través de procesos de transferencia de conocimiento y tecnología (Hayter, Rasmussen y Rooksby, 2020). La importancia de esta aceleración se ve resaltada por el potencial transformador de la investigación universitaria. La rápida transferencia de conocimientos garantiza que estos se difundan rápidamente entre las industrias, los estados, los formuladores de políticas y las comunidades. La transferencia de tecnología, un componente clave de este proceso, facilita la aplicación práctica de los descubrimientos inherentes a la investigación, lo que lleva al desarrollo de soluciones que contribuyen directamente al logro de los ODS (Bäumle, Hirschmann y Feser, 2023).

Asimismo, la transferencia oportuna de conocimientos y tecnología desde las universidades a la sociedad en general contribuye al crecimiento económico y al desarrollo social. Al fomentar la colaboración entre la academia, los estados y la industria, esta aceleración

promueve el establecimiento de nuevas empresas, la mejora de los procesos existentes y la creación de un ecosistema de innovación dinámico (Silva y Pinto, 2023). Esta interconexión entre las IES, la aceleración de la investigación y el logro de los ODS enfatiza el papel fundamental de las universidades a la hora de impulsar cambios positivos. Como vehículos para traducir el capital intelectual en soluciones viables, las universidades se convierten en catalizadores del progreso, dando forma a un futuro sostenible y equitativo que se alinea con las aspiraciones descritas en los ODS.

A nivel mundial se ha identificado que las organizaciones intermediarias de conocimiento desempeñan un papel fundamental a la hora de acelerar los resultados de investigación y desarrollo que tradicionalmente se obtienen en universidades y centros de investigación (Vidmar, 2020). Estos intermediarios actúan como puentes, facilitando procesos eficientes de transferencia de conocimientos y de innovación (Caloffi *et al.*, 2023). Al fomentar la colaboración entre el mundo académico, el Estado, la industria y otros sectores, se agiliza la transición del capital intelectual a aplicaciones prácticas, garantizando una utilización rápida y eficaz de los resultados de la investigación y el desarrollo.

Esta aceleración es esencial para impulsar la innovación, mejorar el crecimiento económico y abordar desafíos sociales, contribuyendo en última instancia al impacto transformador de la investigación a escala global (Feser, 2023) en un escenario de transición desde la Industria 4.0 a la Industria o Sociedad 5.0, que comprende el desarrollo y aplicación de tecnologías centradas en los humanos (Nahavandi, 2019). Por ejemplo, la economía colaborativa ha experimentado un crecimiento exponencial impulsado por el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). El uso de dispositivos móviles, redes de internet y aplicaciones ha facilitado el acceso a una amplia gama de bienes y servicios. En momentos de crisis económica, las organizaciones de la economía social han adoptado estas herramientas como parte de un fenómeno de innovación social, demostrando su capacidad para afrontar desafíos y entregar soluciones en beneficio del bienestar social.

La innovación social, que se centra en generar impactos para mejorar el bienestar social, ha sido un motor de cambio en este contexto. Organizaciones de la economía social han demostrado su capacidad para cocrear productos, servicios y nuevas formas organizativas que entregan beneficios sociales significativos. Esta innovación no se limita al ámbito económico, sino que también aborda desafíos sociales, ambientales y culturales. La economía social y colaborativa se erige como un modelo que combina la solidaridad, la innovación social y la colaboración para abordar desafíos globales. Organizaciones como Rotorr y otras entidades de la economía social deben demostrar su capacidad para generar soluciones innovadoras que propicien el bienestar social y contribuyan al desarrollo sostenible. A medida que este enfoque continúa evolucionando, su impacto positivo en la sociedad y la economía seguirá siendo una prioridad a nivel global.

La Corporación Rotorr-Motor de Innovación nace entonces como respuesta a un reto de la Universidad Nacional de Colombia, propuesto por miembros de la comunidad académica y egresados planteándose la siguiente cuestión: ¿cuál es el mejor mecanismo para transferir el conocimiento altamente especializado y las tecnologías gestadas al interior de la academia hacia la sociedad de modo que genere un impacto positivo?



# Contexto

## *La Universidad Nacional de Colombia*

Colombia se encuentra inmersa en un proceso de fortalecimiento de sus políticas de competitividad e innovación que abarca una serie de aspectos clave para su desarrollo social y económico. Dentro de este contexto, el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) desempeña un papel central en la promoción de la prosperidad y el bienestar de la nación. Uno de los pilares fundamentales de la política de competitividad e innovación en Colombia es el fomento de las vocaciones científicas y tecnológicas desde edades tempranas, en donde se busca inspirar a la población infantil y juvenil a explorar el mundo de la ciencia, la tecnología y la innovación, sentando las bases para futuras carreras en estos campos. Esta estrategia contribuye a cerrar brechas de talento humano y a fortalecer la capacidad del país para competir en una economía global basada en el conocimiento.

Colombia ha puesto un énfasis significativo en la formación en ciencia, tecnología e innovación (CTEI) y en la inserción de profesionales capacitados en el mercado laboral. Este enfoque no sólo aumenta la empleabilidad de los graduados, sino que también satisface la creciente demanda de expertos en áreas relacionadas con la CTEI, impulsando así la competitividad de la industria y la economía en su conjunto. Un aspecto fundamental es la mejora de la capacidad de generación de conocimiento científico y tecnológico en el país. Históricamente se han realizado inversiones considerables en infraestructura científica y tecnológica, así como en el fortalecimiento de las instituciones dedicadas a la investigación, particularmente, en la Universidad Nacional de Colombia. Este

impulso se traduce en un mayor impacto del conocimiento en la sociedad colombiana y en la capacidad de abordar desafíos complejos a nivel nacional e internacional.

La Universidad Nacional de Colombia, fundada en 1867, ha sido un faro de excelencia académica y prominencia investigadora en el país (Universidad Nacional de Colombia, 1992). Su ubicación y presencia en diversas localidades del territorio la convierten en la institución pública de educación superior más grande de Colombia. La Universidad ha desempeñado un papel fundamental en la configuración del panorama de CTEL del país. Desde la dimensión de la investigación constituye un centro de vanguardia que ha contribuido significativamente al avance del conocimiento en diversas disciplinas, incluidas las ciencias naturales, la ingeniería, las ciencias sociales y las humanidades (Bermeo, 2020). La universidad se desempeña como elemento clave dentro del sistema de CTEL colombiano, fomentando una cultura de investigación y curiosidad intelectual que trasciende las fronteras disciplinarias.

La Universidad Nacional de Colombia, con su rica historia y diversa oferta académica, ha actuado desde hace décadas como un núcleo para fomentar la innovación dentro del país (Universidad Nacional de Colombia, 1992). Sus centros e institutos de investigación están a la vanguardia y producen estudios impactantes que abordan desafíos de orden nacional e internacional. El compromiso de la universidad de fomentar el talento y promover la colaboración interdisciplinaria ha llevado al desarrollo de tecnologías y metodologías innovadoras en múltiples áreas del conocimiento.

En el contexto más amplio del ecosistema de innovación colombiano, la Universidad Nacional ha jugado un papel central en los procesos de transferencia de conocimiento (Bermeo, 2020). Sus colaboraciones con otras universidades, la industria, entes gubernamentales y otras entidades ha facilitado la transición de conocimientos académicos a aplicaciones prácticas. El énfasis de la universidad en la transferencia de conocimientos no sólo ha acelerado el ritmo de la innovación, sino que también ha garantizado que los beneficios de la investigación lleguen a la sociedad en general. Esta relación interconectada entre la Universidad Nacional de

Colombia, el sistema nacional de CTel y el imperativo de la transferencia de conocimientos subraya el papel fundamental de la institución en impulsar un cambio socioeconómico positivo a través de la investigación y la innovación (Cheng, 2020). Como pieza clave del ecosistema de conocimiento colombiano, la Universidad ejemplifica la importancia de una transferencia efectiva de conocimiento para catalizar procesos de innovación transformadora.

Colombia busca no sólo crear nuevas tecnologías y productos, sino también garantizar su adopción y aplicación efectiva en la industria y la sociedad. Esto se traduce en una mayor competitividad y en la capacidad de adaptarse a un entorno económico en constante evolución. Uno de los principios rectores en la política de competitividad e innovación es la inclusión social, promoviendo el fortalecimiento de las capacidades regionales en CTel y fomentando la cooperación tanto a nivel regional como internacional. Esto no sólo consolida el Sistema Nacional de CTel, sino que también, promueve un desarrollo más equitativo y sostenible.

El posicionamiento de la Universidad Nacional de Colombia dentro del sistema de CTel representa una oportunidad única para aprovechar su capital intelectual y su destreza en investigación para establecer una *spin-off*, dedicada a su vez, a acelerar procesos de innovación, transferencia de conocimiento y emprendimiento. Este movimiento estratégico se alinea con el compromiso de la Universidad con el impacto social y puede desempeñarse como un catalizador para capitalizar la excelencia académica e investigativa en soluciones tangibles de alto impacto positivo para la sociedad, tal como está contemplado en el Plan Estratégico Institucional (Plei) con horizonte al 2034 (Universidad Nacional de Colombia, 2022).

Dentro del Plei se identificaron oportunidades para avanzar en

la gestión académica y administrativa incorporando los desafíos de la transformación digital, el uso de tecnologías y la virtualidad en los procesos de formación, investigación, innovación, extensión, internacionalización, bienestar y en general, en la administración educativa, acorde con los desafíos del nuevo milenio. (Universidad Nacional de Colombia, 2022)

Como respuesta a estas necesidades se creó la Estrategia Institucional de Transformación Digital UNAL 2030 (Universidad Nacional de Colombia, 2021), la cual concibe al ser humano como agente del cambio requerido para la construcción nacional, con responsabilidad ética y social.

Esta política de transformación digital permitirá atender, no sólo las necesidades internas de la comunidad académica, sino también aprovechar la condición de «Universidad-Laboratorio», que se ha establecido en el escenario apuesta del Plei:

los campus y sedes de la Universidad Nacional de Colombia se reconocen como espacios integrales para la experimentación y el diálogo, que permiten la convergencia de expertos y expertas, líderes y lideresas para la ideación, co-creación y concertación de soluciones a desafíos reales para sus territorios. (Universidad Nacional de Colombia, 2022)

Trayendo a colación un caso específico, tradicionalmente, la Universidad, al igual que otras instituciones públicas, ha gestionado sus servicios tecnológicos con diversos proveedores del mercado utilizando mecanismos contractuales dispendiosos y con problemas de oportunidad, lo cual tiene algunas desventajas, al no contar con una gerencia de integración, que incluyen:

- Falta de coordinación y colaboración: trabajar con varios proveedores del mercado, los cuales, por lo general, son competencia, puede resultar en una gestión descoordinada de los servicios, debido a la ausencia de colaboración entre ellos, lo que afecta negativamente la calidad y eficiencia de los servicios prestados.
- Complejidad en la gestión de múltiples contratos: la adquisición de servicios con diversos proveedores puede generar una mayor complejidad en la gestión de múltiples procesos contractuales, lo que puede requerir más recursos y tiempo, generando un desgaste administrativo y humano.

- Dificultad de servicios personalizados: se limita la capacidad de la entidad para obtener servicios personalizados y de alta calidad.
- Menor capacidad de innovación: trabajar con multiplicidad de proveedores puede limitar la capacidad de la entidad para innovar y adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado y a la puesta en escena de las tecnologías emergentes.
- Pérdida de oportunidades de cohesión de servicios: es posible que al buscar la provisión de servicios tecnológicos desarticulados se desaprovechen oportunidades de agregación y cohesión de servicios, que pueden prestarse de forma más eficiente a través de una gerencia de integración.
- Tendencia a la obsolescencia tecnológica: la complejidad de las tecnologías demanda una estructuración bastante robusta y dispendiosa que requiere de un tiempo considerable, sumado al tiempo que se necesita para el proceso de contratación y posterior despliegue, conlleva a que, cuando una tecnología específica está a punto de ser implementada, es muy probable que esta haya perdido relevancia y vigencia en la solución de la necesidad, y, por la dinámica contractual, se torna muy complejo flexibilizar y adaptar las tecnologías adquiridas, generándose obsolescencia e ineficiencia de los recursos invertidos.

Con la política de transformación digital se busca atender estas problemáticas de la Universidad de una forma transversal, para que se propicie una adecuada integración de los procesos misionales de docencia, investigación y extensión. Esta integración requiere cambios organizacionales que necesitan un modelo innovador para la integración de servicios tecnológicos, el cual puede ser ejecutado

de forma eficiente a través de una *spin-off* de gestión del conocimiento y tecnología, derivada de la misma Universidad.

Al crear dicha *spin-off*, la institución puede cerrar las brechas existentes entre la academia, el sector público, la industria y la sociedad, facilitando el intercambio fluido de ideas, tecnologías y experiencia (Feser, 2023). Una *spin-off* de este tipo actúa como un centro dinamizador para fomentar iniciativas de colaboración, reuniendo a investigadores, instituciones públicas, empresarios y líderes de la industria. Actúa a su vez, como incubadora de proyectos innovadores y proporciona un entorno propicio para el desarrollo de tecnologías y soluciones innovadoras. El papel de esta *spin-off* se extiende más allá de los límites académicos tradicionales, interactuando activamente con los sectores público y privado para comprender los retos de innovación a todos los niveles y las tendencias globales, garantizando así que los resultados de la investigación estén alineados con las demandas del mundo real.

# Descripción de la ejecución

## ***Rotorr-Motor de Innovación***

Como respuesta a las necesidades y oportunidades antes presentadas, nace en 2023 la *spin-off* Corporación Rotorr-Motor de Innovación, entidad estatal descentralizada de la Universidad Nacional de Colombia en asocio con el Fondo de Empleados de la Universidad Nacional (FODUN), sin ánimo de lucro, perteneciente al sector solidario y de la economía social, la cual se dedica a la gestión de proyectos e iniciativas científico-tecnológicas a fin de conectar el capital con los emprendimientos altamente innovadores, potenciando así los emprendimientos tipo *spin-off* de las instituciones de educación superior en Colombia, especialmente de la Universidad Nacional de Colombia, y de otros actores tanto públicos como privados, nacionales e internacionales.

El propósito superior de Rotorr es fortalecer, coadyuvar y participar en la misión y los fines de los miembros corporados, de las instituciones de educación superior y de los actores públicos y privados, nacionales e internacionales, a través del fomento de la ciencia y la tecnología, y sobre todo, en aquellos asociados a la innovación, la transferencia de conocimiento y el emprendimiento, en desarrollo de las Leyes 30 de 1992 y 115 de 1994. Por lo tanto, Rotorr hace parte de la estructura de la Universidad Nacional de Colombia y emerge como una respuesta estratégica a los desafíos descritos en los apartados anteriores. Esta iniciativa se propone como un puente clave entre la academia, el Estado, la empresa y la

sociedad, reconociendo la importancia de la transferencia de conocimiento y tecnología en un contexto nacional e internacional en constante evolución. Los objetivos de Rotorr se centran en el desarrollo de programas de apoyo al trabajo intelectual y científico, así como en la promoción de condiciones que mejoren el nivel de vida de los asociados a través de diversos programas.

La creación de la Unidad Gestora de Proyectos y la reglamentación del Fondo de Desarrollo Empresarial Solidario (FODES) por parte de la Junta Directiva de FODUN demuestran la voluntad de impulsar emprendimientos de los docentes de la Universidad Nacional de Colombia. Este respaldo financiero y estructural respalda la visión de Rotorr de consolidarse como una entidad comprometida con la equidad, la honestidad y la solidaridad.

Rotorr agiliza el proceso de transferencia de conocimiento, facilitando la rápida transición de los resultados de investigación a aplicaciones prácticas. A través de asociaciones estratégicas con entidades pertenecientes a los diferentes sectores, esta *spin-off* amplifica el impacto de la investigación de la Universidad a escala nacional e internacional. El enfoque proactivo del Rotorr hacia la transferencia de conocimientos y tecnología contribuye al crecimiento económico, la creación de empleo y el avance general del ecosistema de innovación colombiano.

Rotorr, además, se configura como defensora de la colaboración interdisciplinaria, rompiendo esquemas tradicionales dentro de la Universidad y fomentando sinergias entre diversas áreas del conocimiento. Al promover una cultura de innovación y emprendimiento, empodera a los investigadores para explorar el potencial comercial de sus descubrimientos y desarrollos, fomentando un espíritu de innovación y emprendimiento que se extiende más allá del ámbito académico. La creación de Rotorr no sólo aborda los retos locales, sino que también se posiciona como una respuesta a los retos globales y a la necesidad de impulsar la transferencia efectiva de conocimiento y tecnología. La Corporación se presenta como un actor clave en la promoción de una cultura emprendedora y la generación de soluciones innovadoras. Además, el énfasis en la necesidad de establecer mecanismos robustos

de evaluación de impacto, demuestra el compromiso de Rotorr con la transparencia y la eficacia en sus iniciativas.

El establecimiento de la Corporación Rotorr representa un movimiento estratégico para capitalizar su posición de liderazgo dentro del sistema de CTEL colombiano. Esta iniciativa tiene el potencial de acompañar a la institución a desempeñar un papel fundamental en el impulso de la innovación, la contribución a la agenda nacional y el fortalecimiento de su condición de catalizador del cambio positivo. Al aprovechar esta oportunidad, la Universidad puede solidificar aún más su compromiso con la transferencia de conocimiento, el desarrollo económico y el poder transformador de la innovación impulsada por la investigación, la transferencia y el emprendimiento (ITEM).

Las actividades principales de Rotorr son:

- Apoyar el fomento, la creación, el financiamiento, la participación, el escalamiento, la comercialización y la explotación de productos y servicios, proyectos e iniciativas de innovación, transferencia de conocimiento y emprendimiento.
- Coadyuvar, fomentar, fortalecer y consolidar, a través de acuerdos de voluntades, la relación entre las instituciones de educación superior y los actores públicos y privados, nacionales e internacionales.
- Crear o participar en emprendimientos basados en conocimiento y tecnología, incluyendo la compra y venta de acciones, cuotas o partes de interés.
- Formar parte de redes nacionales e internacionales asociadas al fomento, creación, financiamiento y desarrollo de actividades de innovación, transferencia de conocimiento y emprendimiento.
- Crear y participar en fondos para actividades de ITEM a nivel nacional e internacional.

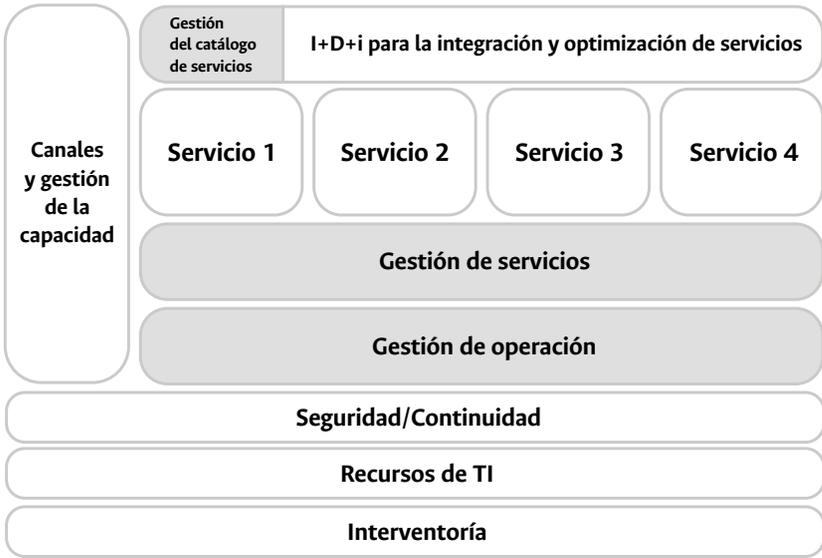
- Gestionar y canalizar, directamente o con la participación de otros actores, los recursos para fomentar actividades de ITEM.
- Prestar servicios de gerencia de proyectos y operación logística en planes, programas y proyectos de ciencia, tecnología, innovación, transferencia de conocimiento y emprendimiento.
- Celebrar acuerdos de voluntades para promover, diseñar, articular, gestionar y ejecutar planes, programas y proyectos con actores públicos nacionales o internacionales, relacionados con ITEM.
- Coadyuvar y participar en la creación y consolidación de centros e institutos de investigación y demás figuras asociadas al fomento, creación, financiamiento y desarrollo de actividades de ITEM.
- Diseñar, desarrollar, implementar y operar modelos de innovación para la integración de servicios en el marco de los programas y proyectos de transformación digital de las entidades públicas y privadas.

Adicionalmente, en el acompañamiento a la realización de cambios organizacionales estratégicos que precisan de procesos innovadores dentro de las entidades estatales, se pretende que, un modelo de integración de servicios tecnológicos (ver figura 1) al ser dinamizado por la Corporación Rotorr, cuenta con diversas ventajas que se listan a continuación:

- Cumplimiento del fin superior de Rotorr a través de su modelo de negocio: gestionar escenarios y fuentes de financiación para impulsar nuestras *spin-off* a través de la gestión de procesos de innovación en el Estado.
- La Universidad Nacional de Colombia, a través de Rotorr, implementa un modelo sistémico (que incluye la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la

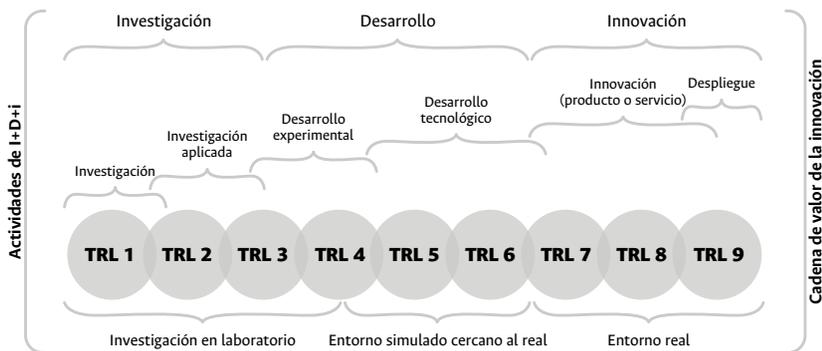
innovación) para abordar los problemas, las necesidades y retos de innovación del Estado.

- Instauración dentro de las instituciones del Estado de una capacidad, a través de Rotorr, para la integración de soluciones de innovación que requieren de operación continua, que, además, posibiliten la celebración de convenios docente-asistenciales para garantizar sitios de práctica permanentes y canales de inserción laboral temprana de los estudiantes y recién egresados de la Universidad Nacional de Colombia.
- Transferencia de conocimiento desde la industria de las tecnologías de la información (TI) y las consultoras más prestigiosas del mundo hacia nuestros grupos de investigación.
- Generación de nuevos ingresos que permitan la sostenibilidad del modelo, desplegando un esquema innovador concurrente con las actividades de consultoría tradicionalmente realizadas por la Universidad Nacional de Colombia en el ejercicio de la extensión universitaria, a través de la gerencia integral de proyectos.
- Rentabilización de la propiedad intelectual a través del despliegue y comercialización de las soluciones tecnológicas desarrolladas en instituciones públicas y privadas.



**Figura 1.** Modelo innovador para la integración de servicios.

Es así como el modelo innovador para la integración de servicios busca desarrollar y establecer sus componentes en un sistema integral e integrado que responda a los retos de innovación de los procesos institucionales. Para lograrlo, se propone su gestión mediante proyectos de CTel. Apropiando las metodologías del Sistema Nacional de CTel, cada proyecto, en función de sus particularidades y nivel de avance y evolución, entra en un proceso de maduración tecnológica (ver figura 2). Inicia a través de actividades de investigación aplicada orientadas a la formulación y estructuración del proyecto. Luego, a través de metodologías ágiles, se adentra en el desarrollo tecnológico, que incluye varios ciclos y niveles de prototipado, pilotaje y validación, integrando las diferentes tecnologías, con el fin de ir obteniendo los productos mínimos viables. Finalmente, estos productos o procesos se escalan a través de actividades de innovación, preparándolos para su implementación completa y despliegue.



**Figura 2.** Nivel de Madurez Tecnológica (TRL).

Fuente. Adaptación basada en Indicadores TRL empleados por la Nasa, la Comisión Europea y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT).

Este modelo de integración, basado en actividades de CTel, tiene las siguientes características:

- Enfoque en la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación para la generación de valor agregado: por la complejidad de los componentes del sistema propuesto, al trabajar con un aliado estratégico de la academia, la gestión conjunta se centra en los procesos de maduración tecnológica e innovación y la mejora continua, en lugar de tener que preocuparse por la gestión de múltiples contratos y proveedores. Esto puede ayudar a la entidad a mantenerse a la vanguardia de la tecnología, en la medida en que su personal de TI puede dedicar parte de su tiempo a este enfoque, en lugar de estar constantemente ocupado con la coordinación de múltiples contratos. Adicionalmente, es importante resaltar la idoneidad de la academia en la promoción de la gestión de la cultura de cambio, las actividades de uso y apropiación, así como la potenciación de las capacidades institucionales de innovación, indispensables para el éxito del programa de transformación digital.

- Flexibilidad: trabajar con un aliado estratégico proporciona una mejor flexibilidad, ya que, por la gestión bajo el régimen de derecho privado, se propicia una mayor adaptabilidad de las soluciones a las necesidades de la entidad y a los cambios en el entorno tecnológico y empresarial, lo que beneficia sustancialmente a la entidad estatal a incrementar su productividad y competitividad en un entorno ágil.
- Reducción de costos: aunque puede haber un costo inicial mayor al trabajar con un aliado estratégico, a largo plazo se reducen sustancialmente los costos por el uso racional de los recursos. Al establecer una relación a largo plazo con un aliado estratégico, la entidad puede negociar mejores precios y condiciones, y también puede reducir los costos administrativos asociados con la gestión de múltiples contratos. Los procesos de innovación estarán enfocados a abordar las necesidades y solucionar eventualidades problemas, lo anterior con eficiencia (uso racional de los recursos), eficacia (logro de fines, objetivos y metas), economía (en términos de razonabilidad y sostenibilidad) y mayor satisfacción de los usuarios.

### *Retos para la transferencia de conocimiento y tecnología*

La Universidad Nacional de Colombia, al igual que muchas otras instituciones de educación superior en el país, se enfrenta a desafíos significativos en el ámbito de la transferencia de conocimiento y tecnología. A nivel nacional, la diversidad de actores involucrados, desde universidades hasta empresas emergentes y grandes multinacionales, crea un tejido complejo que requiere una colaboración más estrecha y estrategias integradas. La necesidad de fortalecer la cultura emprendedora y las capacidades tecnológicas en instituciones educativas y empresas se convierte en un desafío inminente para impulsar la innovación (Cheng, 2020; Ahisda, 2022).

A pesar de ser un bastión de investigación académica, la Universidad Nacional de Colombia se enfrenta al desafío de alinear de manera más precisa sus esfuerzos investigativos con las necesidades específicas del mercado nacional. Es esencial fortalecer los mecanismos que permitan identificar áreas de investigación estratégicas que puedan tener aplicaciones prácticas en la industria, así como la creación de programas interdisciplinarios que involucren a investigadores, empresarios y expertos de la industria. Esto es fundamental para cerrar la brecha entre la academia y el mercado (Duan y Jin, 2022; Decreto 1556 de 2022).

En Colombia, la brecha entre la investigación científica y la aplicación práctica del conocimiento persiste como uno de los retos más destacados. La carencia de mecanismos efectivos para transferir tecnologías desde las universidades hacia el mercado ha limitado el impacto tangible de los avances científicos en la sociedad y la economía del país. Superar esta barrera requiere no sólo de incentivos financieros, sino también de un cambio cultural que promueva la colaboración interdisciplinaria y la interacción más cercana entre el sector académico y el sector industrial (MacKillop, Connell, Downe y Durrant, 2023).

A nivel nacional, uno de los mayores desafíos es fomentar una cultura de emprendimiento tecnológico en las instituciones educativas. La Universidad Nacional de Colombia debe liderar iniciativas que inspiren a los estudiantes a convertirse en futuros emprendedores y líderes científicos. Esto implica desarrollar programas educativos que integren la teoría con la práctica, proporcionando oportunidades para la aplicación de conocimientos en proyectos de aplicaciones para el mundo real. Adicionalmente, se requiere una colaboración más estrecha entre universidades, empresas, el sector público y la sociedad para crear un ecosistema que nutra la innovación desde sus etapas iniciales (Bäumle y Bizer, 2023).

Uno de los aspectos más desafiantes, y uno en lo que más desconocimiento hay, es la gestión de la propiedad intelectual, la cual es fundamental en el contexto de la transferencia de conocimiento y tecnología. La creación de una infraestructura legal sólida y la

implementación de procesos claros para la protección y negociación de derechos de propiedad intelectual son imperativos, no sólo en las universidades del país, sino en empresas que quieran adoptar conocimientos y tecnologías derivadas del qué hacer científico propio de los investigadores. La colaboración con entidades gubernamentales y expertos en propiedad intelectual podría fortalecer la posición de las universidades en la protección y comercialización de sus innovaciones (Alexandre *et al.*, 2022).

En Colombia, el insuficiente financiamiento de proyectos de ciencia, tecnología e innovación, es uno de los mayores obstáculos para cerrar las brechas tecnológicas y de desarrollo social y económico del país. Superar este desafío implica la creación de una infraestructura financiera sólida que incluya incentivos fiscales y programas de financiamiento específicos para proyectos innovadores. Las inversiones estratégicas en la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico son esenciales para cerrar esta brecha y acelerar la transferencia de conocimiento desde las instituciones académicas hacia la industria, generando un impacto positivo y medible en la sociedad y la economía (Ahmad y Zheng, 2022).

La Universidad Nacional de Colombia, a través de Rotorr, enfrentará el reto de asegurar recursos financieros para sus proyectos de transferencia de tecnología. Desarrollar vínculos sólidos con inversionistas, agencias gubernamentales y la industria será esencial para el éxito de la estrategia. La creación de fondos específicos para proyectos de transferencia, así como la participación en programas de financiamiento nacionales e internacionales, ampliará las fuentes de recursos disponibles (Chen *et al.*, 2023).

Sin importar si se cuenta o no con financiamiento, existe un desafío incluso mayor en las universidades colombianas. Se trata del cambio cultural hacia una mentalidad más orientada al mercado y emprendedora, el cual implica desafiar paradigmas arraigados. Se requiere un esfuerzo conjunto para fomentar una cultura que valore, no sólo la investigación básica, sino también la aplicada. La implementación de programas de formación, reconocimiento y apoyo institucional a iniciativas emprendedoras podría contribuir a esta transformación cultural (Ambos *et al.*, 2021).

La Universidad Nacional de Colombia, a través de Rotorr, establecerá mecanismos robustos de evaluación de impacto para medir el éxito de sus iniciativas de transferencia de conocimiento y tecnología. La definición clara de indicadores, así como la recopilación de datos a lo largo del tiempo, permitirá demostrar el valor y la trascendencia de estas actividades (Crisan *et al.*, 2019). La rendición de cuentas a las partes interesadas, incluyendo la sociedad, será esencial para mantener la confianza y el respaldo hacia estas instituciones (Ospina-Sánchez, 2012).

A nivel mundial, los retos para la transferencia de conocimiento y tecnología se ven agravados por la velocidad a la que evolucionan las tecnologías emergentes. La globalización de la innovación y el acceso a recursos internacionales plantean oportunidades, pero también desafíos en términos de competencia y colaboración. La rápida obsolescencia de la tecnología y la necesidad de estar a la vanguardia requieren estrategias ágiles y flexibles que se adapten a un entorno cambiante, demandando una mayor colaboración internacional y el establecimiento de redes de investigación y desarrollo más robustas (Foray, Mowery y Nelson, 2012).

Otro de los retos significativos mundiales es la competencia por el talento y la escasez de habilidades especializadas. Los países deben abordar este desafío mediante la promoción de programas educativos que se alineen con las demandas cambiantes del mercado laboral. La colaboración internacional en la formación de personal altamente calificado y la creación de entornos que fomenten la retención del talento se vuelven cruciales. Además, estrategias para atraer expertos internacionales y promover la movilidad del talento humano pueden fortalecer la capacidad de transferencia de conocimiento a nivel global (Carpentier y Braun, 2020).

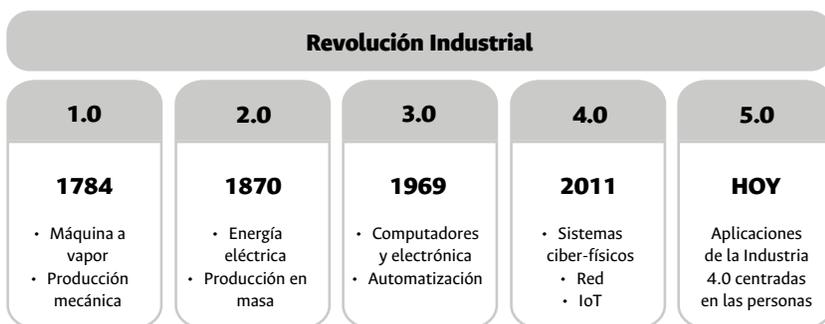
A medida que las tecnologías emergentes avanzan, las preocupaciones éticas cobran un papel preponderante. La privacidad, la seguridad y el impacto social de las nuevas tecnologías son aspectos críticos que deben ser cuidadosamente considerados. Las estrategias de transferencia de conocimiento y tecnología deben abordar estas consideraciones éticas mediante la implementación de marcos regulatorios y estándares éticos robustos. La transparencia en

la investigación y desarrollo tecnológico, junto con el compromiso público, se convierten en herramientas esenciales para construir la confianza en la aplicación de nuevas tecnologías (Castaneda y Cuelar, 2020; Hayter, Rasmussen y Rooksby, 2020).

El surgimiento de la cuarta revolución industrial en la década pasada y las demandas de una economía basada en el conocimiento plantean retos específicos. La interconexión de tecnologías como la inteligencia artificial, la biotecnología y la computación cuántica requiere una respuesta conjunta de los actores nacionales e internacionales. La Universidad Nacional de Colombia, al enfrentar estos desafíos a través de la investigación y el desarrollo, ha visto la necesidad de establecer estrategias que fomenten la transferencia efectiva de conocimiento y tecnología, aprovechando las oportunidades que surgen en un panorama global cada vez más interconectado y dinámico. Estos desafíos, tanto a nivel nacional como global, han influido directamente en la constitución de Rotorr, impulsando la adopción de enfoques innovadores y la creación de soluciones colaborativas para abordar las necesidades emergentes de la sociedad y la industria (Chen *et al.*, 2023).

### *Transferencia de conocimiento en el contexto de la Industria 5.0*

En el panorama mundial actual hay una rápida evolución desde la Industria 4.0 y sus tecnologías asociadas, hacia la Industria 5.0 (ver figura 3), la cual propicia la intersección entre la industria y la sociedad de forma más pronunciada que nunca. La Industria 5.0 representa un cambio de paradigma en el que la atención no se centra únicamente en las tecnologías avanzadas sino también en fomentar la colaboración entre humanos y máquinas (Nahavandi, 2019).



**Figura 3.** Línea de tiempo de la revolución industrial.

Este enfoque interconectado tiene como objetivo crear una sociedad más inclusiva y sostenible, aprovechando la tecnología para abordar los desafíos globales (Huang *et al.*, 2022). Las alianzas entre industrias, universidades, entidades gubernamentales y la sociedad, desempeñan un papel fundamental en la configuración de este futuro interconectado, influyendo en las estructuras sociales y contribuyendo al logro de los fines más destacados de la Industria 5.0.

A medida que navegamos por la transición de la Industria 4.0 a las implicaciones sociales de la 5.0, se vuelve imperativo que las personas se familiaricen con las tecnologías de la Industria 4.0 (Leon, 2023). La Cuarta Revolución Industrial ha introducido la automatización, el intercambio de datos y la inteligencia artificial en diversos procesos. En la Quinta Revolución Industrial, las personas deben adaptarse y mejorar sus habilidades para integrar eficazmente estas tecnologías, garantizando una transición hacia el espíritu colaborativo y centrado en el ser humano. Adquirir competencia en alfabetización digital y adoptar los avances tecnológicos de la Industria 4.0, no es sólo una necesidad profesional, sino un paso crucial hacia la creación de una fuerza productiva preparada para las transformaciones sociales de la Industria 5.0 (Alojaiman, 2023).

La transferencia de conocimiento se convierte en un eje en el contexto de la Industria 5.0, donde la integración de las tecnologías de la Industria 4.0 en los marcos sociales requiere un flujo fluido de experiencia. Las organizaciones deben invertir en estrategias que promuevan

la tutoría, el aprendizaje continuo y el intercambio de ideas. Esto garantiza que la riqueza de experiencia adquirida durante la evolución de la Industria 4.0 se utilice de manera efectiva para dar forma al futuro colaborativo y centrado en el ser humano imaginado por la Industria 5.0 (Rodríguez-García *et al.*, 2023). La transferencia de conocimiento actúa como catalizador de la innovación y la adaptación, fomentando un entorno dinámico donde la inteligencia colectiva de la fuerza laboral impulsa a la sociedad hacia un futuro más interconectado y tecnológicamente avanzado.

# Conclusiones

Colombia se encuentra en una senda de desarrollo que pone un énfasis significativo en la productividad, la competitividad y la innovación. A través del SNCI y otras estrategias, el país busca fortalecer su capital humano, generar conocimiento de vanguardia, promover la innovación y fomentar la inclusión social, todo con el objetivo de prosperar en la economía global y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

La economía social y colaborativa se erige como un modelo que combina la solidaridad, la innovación social y la colaboración para abordar desafíos globales. Entidades estatales como Rotorr, así como otras organizaciones de la economía social, deberán demostrar su capacidad para generar soluciones innovadoras que mejoren el bienestar social y contribuyan al desarrollo sostenible. A medida que este enfoque continúa evolucionando, su impacto positivo en la sociedad y en la economía seguirá siendo una prioridad a nivel global.

La creación de Rotorr, como entidad estatal descentralizada de la Universidad Nacional de Colombia, marca un hito importante en el compromiso de la institución con el avance de los procesos de CTel en el país. Rotorr surge como una *spin-off* estratégica, diseñada para acelerar la transformación de la investigación y el desarrollo en soluciones tangibles con impacto social. Esta iniciativa refleja la postura proactiva de la universidad para aprovechar su posición como líder dentro del sistema colombiano de CTel, a fin de fomentar un ecosistema dinámico de innovación. Rotorr actúa como catalizador para la colaboración interdisciplinaria, creando una plataforma donde convergen investigadores, emprendedores y expertos de la industria para incubar y acelerar proyectos innovadores.

La transferencia de conocimiento y tecnología en la Universidad Nacional de Colombia enfrenta desafíos que resaltan la importancia de una colaboración más estrecha y estrategias integradas entre diversas entidades, incluyendo universidades, empresas, el Estado y la sociedad. La creación de programas interdisciplinarios y el alineamiento de la investigación científica con las necesidades del mercado nacional, son esenciales para cerrar la brecha entre la academia y la industria.

Al agilizar los procesos de transferencia de conocimiento y tecnología, Rotorr contribuye activamente a cerrar las brechas entre la academia, el Estado, la industria y la sociedad. Esto se alinea con los objetivos más relevantes de la Universidad, que buscan abordar los desafíos del mundo real desde su estrategia de Universidad-Laboratorio considerada en el Plei. Este enfoque colaborativo garantiza que el capital intelectual generado dentro de la Universidad se traduzca en soluciones, que no sólo enriquecen el discurso académico, sino que también resuenan con aplicaciones prácticas y relevantes para la industria. Además, el enfoque de Rotorr en el emprendimiento cultiva una cultura de innovación dentro de la Universidad, alentando a los investigadores a explorar el potencial comercial de su trabajo y fomentando un espíritu de emprendimiento impactante.

Asimismo, Rotorr propone un modelo innovador de integración para implementar los cambios organizacionales requeridos en la estrategia de transformación digital de la Universidad, priorizando los esfuerzos y recursos en la gestión del cambio, el uso y apropiación del conocimiento y la tecnología. En este contexto, el propósito de Rotorr, a través de su modelo innovador para la integración de servicios y en alianza con las *spin-off* universitarias, es abordar los desafíos internos y externos en transformación digital con soluciones modernas, estableciendo capacidad instalada dentro de entidades públicas y privadas. Con este modelo, Rotorr participa de la gestión colaborativa de proyectos, complementando la Extensión de la Universidad Nacional de Colombia y rentabiliza la propiedad intelectual, mediante el despliegue y comercialización de soluciones tecnológicas en diversas instituciones.

Este enfoque innovador fomenta la sostenibilidad y la diversificación en la gestión de proyectos, ya que los excedentes generados son reinvertidos en el fortalecimiento del ecosistema de innovación de la Universidad. Este modelo inició su implementación en el año 2023 con resultados exitosos en entidades tales como la Contraloría General de la República, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), el Consejo Nacional Electoral y el Ministerio del Interior.

A medida que Rotorr se convierte en un actor de integración en el ecosistema de innovación colombiano, sus estrategias se despliegan para amplificar la influencia de la Universidad Nacional de Colombia y así contribuir significativamente con el desarrollo socioeconómico de la Nación. Este movimiento estratégico, no sólo posiciona a la Universidad Nacional de Colombia como una fuerza impulsora en la configuración del futuro de la CTEL, sino que también subraya su compromiso de desempeñar un papel central en el viaje transformador hacia una sociedad más innovadora y resiliente. Rotorr, como manifestación tangible de este compromiso, representa un enfoque con visión de futuro para aprovechar el conocimiento en beneficio de la comunidad en general e impulsar a la Nación hacia un futuro más sostenible y tecnológicamente avanzado.

El impulso de una cultura emprendedora en las instituciones de educación superior, junto con la necesidad de superar la brecha de financiamiento, emerge como un desafío central. Actualmente, la Universidad Nacional de Colombia, a través de Rotorr, lidera iniciativas para inspirar a los estudiantes a ser emprendedores y científicos líderes, mientras que la creación de una infraestructura financiera sólida y programas específicos para proyectos innovadores se presenta como esencial para cerrar las brechas existentes.



# Referencias

- Ahmad, M. y Zheng, J. (2022). The Cyclical and Nonlinear Impact of R&D and Innovation Activities on Economic Growth in OECD Economies: a New Perspective. *Journal of the Knowledge Economy*, 14, 544-593.
- Alexandre, F., Costa, H., Paula, A. F. y Portela, M. (2022). Enhancing University-Industry collaboration: the role of intermediary organizations. *The Journal of Technology Transfer*, 47, 1584-1611.
- Almeida, F., Duarte-Santos, F. y Monteiro, J. A. (2020). The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post-COVID-19 World. *IEEE Engineering Management Review*, 48, 97-103.
- Alojaiman, B. (2023). Technological Modernizations in the Industry 5.0 Era: A Descriptive Analysis and Future Research Directions. *Processes*, 11, 1318.
- Ambos, B., Brandl, K., Perri, A., Scalera, V. G. y Assche, A. V. (2021). The Nature of Innovation in Global Value Chains. *Journal of World Business*, 56, 101221.
- Ardito, L., Coccia, M. y Petruzzelli, A. M. (2021). Technological exaptation and crisis management: Evidence from COVID-19 outbreaks. *R&D Management*, 51, 381-392.
- Ashida, A. (2022). The Role of Higher Education in Achieving the Sustainable Development Goals. En Urata, S., Kuroda, K., Tonegawa, Y. (Eds.), *Sustainable Development Disciplines for Humanity* (pp. 71-84). Springer Nature.
- Audretsch, D. B. y Belitski, M. (2020). The Role Of R&D and Knowledge Spillovers in Innovation and Productivity. *European Economic Review*, 123, 103391.
- Bäumle, P. y Bizer, K. (2023). A Resource-Based Analysis of Strategic Alliances Between Knowledge Intermediaries in Regional Innovation Support Systems. *Industry and Higher Education*, 37, 601-618.

- Bäumle, P., Hirschmann, D. y Feser, D. (2023). The Contribution of Knowledge Intermediation to Sustainability Transitions and Digitalization: Qualitative Insights into Four German Regions. *Technology in Society*, 73, 102252.
- Caloffi, A., Colovic, A., Rizzoli, V. y Rossi, F. (2023). Innovation Intermediaries' Types and Functions: A Computational Analysis of the Literature. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, 122351.
- Carpentier, C. L. y Braun, H. (2020). Agenda 2030 for Sustainable Development: A Powerful Global Framework. *Journal of the International Council for Small Business*, 1, 14-23.
- Castaneda, D. y Cuellar, S. (2020). Knowledge sharing and innovation: A systematic review. *Knowledge and Process Management*, 27, 159-173. doi:10.1002/kpm.1637
- Cernev, T. y Fenner, R. (2020). The Importance of Achieving Foundational Sustainable Development Goals in Reducing Global Risk. *Futures*, 115, 102492.
- Chen, X., He, Z., Jiangand, T. y Xiang, G. (2023). From Behind the Scenes to the Forefront: How Do Intermediaries Lead the Construction of International Innovation Ecosystems? *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-16.
- Cheng, E. (2020). Knowledge Transfer Strategies and Practices for Higher Education Institutions. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 51, 288-301.
- Coraggio, J. L. (2021). *Miradas sobre la economía social y solidaria en América Latina*. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Crisan, E. L., Salanță, I. I., Beleiu, I. N., Bordean, O. N. y Bunduchi, R. (2019). A Systematic Literature Review on Accelerators. *The Journal of Technology Transfer*, 46, 62-89.
- Decreto 1556 de 2022. [Presidencia de la República de Colombia]. Por el cual se reglamenta la Ley 1838 de 2017, en lo respectivo a la creación y organización de las empresas de base tecnológica (Spin Off) para el fomento a la ciencia, tecnología e innovación, en las Instituciones de Educación Superior (IES). 5 de agosto de 2022.
- Duan, R. y Jin, L. (2022). The Role of Public Innovation Intermediaries in Regional Innovation: A Comparative Study of

- Two Regions in Japan. *Technology Analysis & Strategic Management*, 34, 578-593.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of innovation: from national systems and mode 2 to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
- Feser, D. (2023). Innovation Intermediaries Revised: A Systematic Literature Review on Innovation Intermediaries' Role for Knowledge Sharing. *Review of Managerial Science*, 17, 1827-1862.
- Foray, D., Mowery, D. C. y Nelson, R. R. (2012). Public R&D and Social Challenges: What Lessons from Mission R&D Programs? *Research Policy*, 41, 1697-1702.
- Gerybadze, A. y Reger, G. (1999). Globalization of R&D: Recent Changes in the Management of Innovation in Transnational Corporations. *Research Policy*, 28, 251-274.
- Hayter, C. S., Rasmussen, E. y Rooksby, J. H. (2020). Beyond Formal University Technology Transfer: Innovative Pathways for Knowledge Exchange. *The Journal of Technology Transfer*, 45, 1-8.
- Huang, S., Wang, B., Li, X., Zheng, P., Mourtzis, D. y Wang, L. (2022). Industry 5.0 and Society 5.0. Comparison, Complementation and Co-evolution. *Journal of Manufacturing Systems*, 64, 424-428.
- Kastrinos, N. y Weber, M. (2020). Sustainable Development Goals in the Research and Innovation Policy of the European Union. *Technological Forecasting and Social Change*, 157, 120056.
- Leon, R. D. (2023). Employees' Reskilling and Upskilling for Industry 5.0: Selecting the Best Professional Development Programmes. *Technology in Society*, 75, 102393.
- Ley 30 de 1992. Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. 28 de diciembre de 2023. D. O. No. 40 700.
- Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la ley general de educación. 8 de febrero de 2023. D. O. No. 41 214.
- MacKillop, E., Connell, A., Downe, J. y Durrant, H. (2023). Making Sense of Knowledge-Brokering Organizations: Boundary Organisations or Policy Entrepreneurs? *Science and Public Policy*, 50, 950-960.
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0. A Human-Centric Solution. *Sustainability*, 11, 4371.

- Oliveira-Duarte, L., Reis, D. A., Fleury, A. L., Vasques, R. A., Filho, H. F., Koria, M. y Baruque-Ramos, J. (2021). Innovation Ecosystem framework directed to Sustainable Development Goal #17 Partnerships Implementation. *Sustainable Development*, 29, 1018-1036.
- Osorio, A. M., Úsuga, L. F., Vásquez, R. E., Nieto-Londoño, C., Rinaudo, M. E., Martínez, J. A. y Filho, W. L. (2022). Towards Carbon Neutrality in Higher Education Institutions: Case of Two Private Universities in Colombia. *Sustainability*, 14, 1774.
- Ospina-Sánchez, N. R. (2012). *Éxitos y fracasos en las spin-off académicas*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11945>
- Rodríguez-García, C., León-Mateos, F., López-Manuel, L. y Sartal, A. (2023). Assessing the Drivers Behind Innovative and Creative Companies. The Importance of Knowledge Transfer in the Field of Industry 5.0. En Machado, C.F., Davim, J.P. (Eds.), *Industry 5.0* (pp. 91-114). Springer International Publishing.
- Silva, M. D. y Pinto, O. A.-T. (2023). Academics Engaging in Knowledge Transfer and Co-creation: Push Causation and Pull Effectuation? *Research Policy*, 52, 104668.
- United Nations. (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. <https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022>
- Universidad Nacional de Colombia. (2022). *Plei 2034. Plan Estratégico Institucional. Versión 2.0*. [https://plei2034.unal.edu.co/fileadmin/Documentos/20221221\\_PLEI\\_2034\\_OCE\\_Libro-02.pdf](https://plei2034.unal.edu.co/fileadmin/Documentos/20221221_PLEI_2034_OCE_Libro-02.pdf)
- Vidmar, M. (2020). What Are Innovation Intermediaries? En M. Vidmar, *Innovation Intermediaries and (Final) Frontiers of High-tech. Supporting the New Space Sector in Scotland* (pp. 17-38). Springer International Publishing.