VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

¿Por qué tantas innovaciones nunca llegan a la sociedad? Una mirada integradora a la transferencia del conocimiento, la adopción tecnológica, la capacidad de absorción y la madurez tecnológica

Why do so many innovations never reach society? An integrated look at knowledge transfer, technology adoption, absorptive capacity, and technological maturity

Pedro Luis López De Alba, Paula Concepción Isiordia-Lachica*, Jorge Alberto Romero-Hidalgo, Yesenia Guadalupe Torres Olvera, Jimena Medellin Ojeda, Jafet Rivera Vazquez[1], Ricardo Alberto Rodríguez-Carvajal, Juan Oswaldo Robledo López[2]

[1]División de Ciencias de la Vida, campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.
[2]División de Ciencias Naturales y Exactas, campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato.
*pc.isiordia@ugto.mx

Resumen

Cada año se generan miles de investigaciones y desarrollos tecnológicos con el potencial de mejorar la productividad, fortalecer las organizaciones y elevar la calidad de vida de las personas. Sin embargo, una parte importante de ese conocimiento nunca llega a convertirse en soluciones que la sociedad utilice. ¿Qué ocurre durante ese recorrido? Este artículo ofrece una explicación sencilla de los principales procesos que intervienen entre la generación del conocimiento y su aplicación práctica. A través de ejemplos cotidianos se describen la transferencia del conocimiento, la adopción tecnológica, la capacidad de absorción y la madurez tecnológica como elementos complementarios de un mismo proceso. Asimismo, se analiza la evolución de los mecanismos tradicionales de transferencia hacia enfoques con mayor orientación social y territorial, representados por las Unidades Sociales de Transferencia del Conocimiento. Comprender esta trayectoria permite explicar por qué algunas innovaciones transforman la realidad, mientras que otras no alcanzan el impacto esperado.

Palabras clave: innovación agroalimentaria; tecnología y sociedad; desarrollo territorial, humano y social.

Introducción

Cada año se generan miles de investigaciones y desarrollos tecnológicos con potencial para mejorar la productividad, fortalecer organizaciones y elevar la calidad de vida. Sin embargo, muchas innovaciones permanecen en laboratorios, publicaciones o patentes sin llegar a quienes podrían beneficiarse de ellas. Esta brecha muestra que producir conocimiento no basta: también es necesario crear condiciones para que sea comprendido, adoptado y aplicado en contextos reales.

No resulta extraño encontrar tecnologías que permanecen durante años en un laboratorio, patentes que jamás se convierten en productos útiles, desarrollos tecnológicos que no encuentran usuarios o resultados de investigación que únicamente son conocidos por la comunidad científica que los produjo. Paradójicamente, mientras la capacidad para generar conocimiento continúa creciendo a un ritmo sin precedentes, persiste la dificultad de lograr que ese conocimiento produzca cambios reales en la sociedad.

Esta situación ha despertado el interés de investigadores, organismos internacionales y responsables de las políticas públicas. La pregunta es sencilla, pero su respuesta resulta compleja: ¿qué ocurre entre el momento en que se genera una nueva idea y aquel en que comienza a transformarse la realidad? En otras palabras, ¿por qué algunas innovaciones logran mejorar la productividad de una empresa, fortalecer la competitividad de una región o elevar la calidad de vida de una comunidad, mientras que otras nunca superan la etapa experimental?

Durante mucho tiempo se asumió que la respuesta consistía únicamente en realizar más investigación o en desarrollar mejores tecnologías. Hoy sabemos que eso no es suficiente. La experiencia demuestra que una innovación difícilmente genera impacto si las personas no la conocen, si las organizaciones carecen de capacidades para incorporarla, si el contexto institucional no favorece su implementación o si no existen mecanismos que faciliten el diálogo entre quienes generan el conocimiento y quienes finalmente lo utilizarán.

En las últimas décadas han surgido diversos enfoques que buscan explicar este fenómeno desde distintas perspectivas. Algunos han estudiado los procesos de transferencia del conocimiento; otros se han concentrado en comprender cómo las personas adoptan una nueva tecnología; otros analizan la capacidad de las organizaciones para asimilar nuevos conocimientos, mientras que otros evalúan el grado de desarrollo que debe alcanzar una tecnología antes de ser implementada. Cada uno de estos enfoques aporta elementos importantes para comprender el problema, aunque con frecuencia ha evolucionado de manera independiente.

Convertir una idea en una mejora real para la sociedad no ocurre por accidente ni depende de una sola persona. Requiere que muchas piezas encajen: la tecnología, las personas que la usarán, las instituciones que la apoyan y el contexto en el que se aplicará. Es el resultado de un proceso en el que intervienen personas, organizaciones, tecnologías, instituciones y territorios. Comprender cómo interactúan estos elementos constituye uno de los principales desafíos para quienes buscan fortalecer la innovación y aprovechar mejor el conocimiento generado por personas, universidades, centros de investigación, empresas y organismos públicos.

De ello se deriva la necesidad de desarrollar en los estudiantes universitarios competencias blandas que trasciendan los conocimientos disciplinarios especializados. El contexto actual exige una formación universitaria intencionada, orientada a promover el compromiso de participación social. La generación de un nexo entre la academia, la universidad y la comunidad. Es decir, promueve la vinculación con el entorno social, cultural, económico y político inmediato. En este marco, se reconoce la acción solidaria y activa de los estudiantes como ciudadanos con responsabilidad social, lo cual propicia una convivencia positiva que en coordinación con las personas docentes e investigadoras de Universidad, con todas la personas y demás entes en este engranaje mencionado hace posible entender que cuando hay un involucramiento directo, en donde se vea un beneficio, es que se puede ver la innovación aplicada en la transferencia social del conocimiento, traducido en tecnología y bienestar.

Este artículo ofrece una visión sencilla e integradora del recorrido que sigue una innovación desde la generación del conocimiento hasta su aplicación social. Para ello, revisa cuatro elementos complementarios: transferencia del conocimiento, adopción tecnológica, capacidad de absorción y madurez tecnológica. Asimismo, analiza la evolución hacia mecanismos de transferencia con mayor orientación social y territorial.

El problema invisible de la transferencia del conocimiento

¿Qué ocurre entre el momento en que nace una innovación y aquel en que comienza a transformar la realidad?

Esta parece una pregunta sencilla, pero probablemente constituye uno de los mayores desafíos de los sistemas actuales de ciencia, tecnología e innovación. Cada año se generan miles de nuevos conocimientos, se desarrollan tecnologías con enorme potencial y se anuncian soluciones capaces de mejorar la productividad, fortalecer la competitividad o elevar la calidad de vida de las personas. Sin embargo, basta con observar nuestro entorno para descubrir que muchas de ellas nunca llegan a quienes realmente podrían obtener beneficios concretos que mejoren su bienestar.

La misión de la Universidad para formar ciudadanía en los estudiantes a través del compromiso social hace posible que la transferencia del conocimiento como una estrategia didáctica innovadora en la educación superior apoyando no sólo un desarrollo territorial, sino personal y humano para un beneficio comunitario. Actualmente, en el ámbito de la educación superior se plantea como un problema la falta de integración entre la formación académica y la carencia de competencias en estudiantes universitarios para hacer posible que la resolución de un problema específico en un grupo social, en donde se transfiera el conocimiento y pueda transferirse también tecnología. Cambiando el paradigma ya que habitualmente, se presta más atención al

dominio de contenidos y saberes técnicos en detrimento del desarrollo de competencias éticas y sociales en los estudiantes que en coordinación con más actores se visibilice el desarrollo tecnológico, humano y social.

No es difícil encontrar ejemplos. Universidades que desarrollan tecnologías agrícolas que nunca son utilizadas por los productores; hospitales que continúan empleando procedimientos tradicionales a pesar de existir mejores alternativas; pequeñas y medianas empresas que desconocen herramientas capaces de incrementar su productividad; o comunidades que siguen enfrentando problemas para los cuales ya existen soluciones técnicas ampliamente documentadas. En todos estos casos la innovación existe, pero su impacto permanece limitado. A primera vista podría pensarse que el problema radica en la falta de investigación o en la escasez de recursos destinados al desarrollo científico. Sin embargo, la realidad muestra un panorama diferente. Nunca antes se había producido tanto conocimiento como en las últimas décadas. El número de publicaciones científicas, patentes, desarrollos tecnológicos y proyectos de innovación continúa creciendo en prácticamente todas las regiones del mundo. Paradójicamente, este incremento no siempre se traduce en una adopción proporcional de nuevas tecnologías por parte de las organizaciones y de la sociedad.

Esto significa que el verdadero desafío no consiste únicamente en generar conocimiento, sino en lograr que ese conocimiento se utilice. Entre ambos momentos existe un proceso complejo que suele pasar desapercibido. Es un espacio donde convergen investigadores, empresas, gobiernos, organizaciones sociales, usuarios finales y múltiples factores económicos, culturales, organizacionales y tecnológicos. Es precisamente en ese recorrido donde muchas innovaciones pierden impulso antes de llegar a convertirse en soluciones reales. Es entonces que se rescata la importancia de transformar realidades. Resulta significativo cómo se integran las miradas de todas las disciplinas involucradas para la solución de problemas en la construcción de conocimiento.

La gestión del conocimiento e innovación y el cómo esta relación puede coadyuvar al cumplimiento de la Agenda 2030 mediante una aplicación hace pertinente desarrollar esta actitud centrada en los Objetivos para el Desarrollo Sostenible. Para incentivar a las y los participantes a crear alianzas y organización de grupos, ante el problema social del entorno inmediato, local o regional, precisan soluciones que se articulen a los ODS de la Agenda 2030, a través de la transferencia de conocimientos, lo que se traduce en un impacto con visibilidad social, porque se parte de preguntar a los grupos beneficiados, ¿Cuál es la problemática a solucionar para que el conocimiento científico pueda transformar una realidad?

Se busca tener mayor incidencia en el entorno inmediato a través del planteamiento de una problemática social, pudiendo enmarcarse a nivel regional o local. El objetivo es motivar a los universitarios a proponer soluciones a través de los conocimientos condensados en las distintas áreas profesionales, estimulando sumar iniciativas, personas y proyectos, de manera interdisciplinaria, para poder lograr una propuesta concreta y específica para la problemática social en la que se quiere incidir. Siempre hay una correlación entre investigación-acción, valoración de viabilidad, factibilidad y mejora de la solución propuesta. Con esto se busca impulsar soluciones ante la problemática social, desarrollando aplicaciones, emprendimientos y nuevos métodos alineados a la Agenda 2030. Podría compararse con la construcción de un puente. Diseñar un puente representa un extraordinario logro de la ingeniería, pero su utilidad solo se materializa cuando las personas pueden cruzarlo de manera segura. De forma similar, una investigación científica alcanza su verdadero valor cuando el conocimiento generado se incorpora a las decisiones, procesos y actividades de quienes pueden utilizarlo para resolver un problema concreto.

Durante mucho tiempo predominó una visión relativamente lineal de la innovación. Se asumía que el conocimiento se generaba en universidades o centros de investigación, posteriormente se transfería a las empresas y, finalmente, se transformaba en nuevos productos o servicios. Con el paso de los años se comprobó que la realidad es mucho más dinámica y compleja. Las empresas también generan conocimiento, los usuarios participan en los procesos de innovación, las comunidades adaptan tecnologías a sus propias necesidades y los gobiernos desempeñan un papel fundamental al crear condiciones que facilitan —o dificultan— este proceso.

Esta complejidad explica por qué dos organizaciones que reciben exactamente la misma tecnología pueden obtener resultados completamente diferentes. Mientras una logra incorporarla rápidamente y generar beneficios, otra enfrenta dificultades para comprenderla, adaptarla o utilizarla. En muchos casos el problema no está en la tecnología, sino en las capacidades de quienes deben implementarla, en las condiciones del entorno o en la ausencia de mecanismos internos que acompañen el proceso de incorporación del

conocimiento. A ello se suma otro elemento que con frecuencia pasa inadvertido: las necesidades de quienes desarrollan una innovación no siempre coinciden con las de quienes la utilizarán. Los investigadores suelen concentrarse en resolver problemas científicos o tecnológicos, mientras que los usuarios finales buscan soluciones prácticas, accesibles y adaptadas a su contexto. Cuando ambos mundos permanecen desconectados, incluso las mejores tecnologías tienen enormes dificultades para generar impacto. Este fenómeno ha sido descrito en diferentes ámbitos mediante expresiones como el "valle de la muerte de la innovación", que alude al espacio existente entre la generación del conocimiento y su aplicación efectiva. Aunque el término surgió inicialmente para explicar las dificultades de comercialización de nuevas tecnologías, hoy también permite comprender por qué numerosos resultados de investigación no consiguen trascender el ámbito académico ni convertirse en beneficios tangibles para la sociedad.

La buena noticia es que este problema no es inevitable. En distintos países se han comenzado a desarrollar estrategias orientadas a fortalecer los vínculos entre quienes generan conocimiento y quienes pueden aplicarlo. Estas estrategias han permitido comprender que la transferencia del conocimiento es mucho más que la simple entrega de información o de una tecnología. Implica construir relaciones de confianza, diagnosticar necesidades, desarrollar capacidades, facilitar el aprendizaje, y acompañar a las organizaciones durante el proceso de incorporación de la innovación. Por eso, no basta con esperar a que una buena idea encuentre por sí sola el camino hacia la sociedad. Es necesario acompañarla, conectarla con quienes pueden usarla y crear las condiciones para que realmente funcione. Comprender este cambio de perspectiva resulta fundamental para comprender los retos actuales de los ecosistemas de innovación. Antes de analizar cómo ocurre la adopción de una tecnología, cómo las organizaciones desarrollan capacidades para aprovecharla o cómo se evalúa su nivel de madurez, conviene responder una pregunta esencial: ¿qué entendemos realmente por transferencia del conocimiento?

La transferencia del conocimiento: mucho más que compartir información

¿Transferir conocimiento significa simplemente entregar información?

Imaginemos, por un momento, que una persona desea aprender a conducir un automóvil. Alguien podría entregarle un manual con todas las reglas de tránsito, las partes del vehículo y las técnicas de conducción. Incluso podría explicarle con detalle cómo utilizar el embrague, el acelerador y el freno. Sin embargo, al terminar de leer ese manual, difícilmente estaría preparada para conducir con seguridad por una carretera. Aprender a conducir requiere mucho más que recibir información. Implica practicar, equivocarse, desarrollar habilidades, ganar confianza y adaptar lo aprendido a distintas situaciones. Solo entonces el conocimiento deja de ser información para convertirse en una capacidad.

Algo muy parecido ocurre con la transferencia del conocimiento. Durante muchos años se asumió que transferir conocimiento consistía, esencialmente, en poner información a disposición de otras personas, publicar un artículo científico, impartir un curso, elaborar un manual técnico o registrar una patente; se consideraban mecanismos suficientes para que una innovación llegara a la sociedad. Hoy sabemos que esos instrumentos son indispensables, pero por sí solos rara vez logran generar cambios significativos. La diferencia entre transmitir información y transferir conocimiento es mucho más profunda de lo que parece. La información puede enviarse mediante un documento, una conferencia o una plataforma digital. El conocimiento, en cambio, requiere ser comprendido, interpretado, adaptado y utilizado en un contexto específico. En otras palabras, la verdadera transferencia ocurre cuando quien recibe ese conocimiento logra convertirlo en una herramienta útil para resolver un problema o mejorar una actividad.

Esta diferencia ayuda a explicar por qué existen organizaciones que, aun teniendo acceso a la misma información, obtienen resultados completamente distintos. Mientras algunas incorporan rápidamente nuevas tecnologías y mejoran sus procesos, otras continúan trabajando de la misma manera durante años. La información es prácticamente la misma; lo que cambia es la capacidad de transformarla en acción. Por esta razón, la transferencia del conocimiento ha evolucionado de manera significativa en las últimas décadas. Lo que inicialmente se entendía como un proceso relativamente lineal —en el que un investigador desarrollaba una tecnología y posteriormente la entregaba a una empresa o institución— ha dado paso a una visión mucho más dinámica y colaborativa. Hoy sabemos que el conocimiento no viaja en línea recta. Se mueve en varias direcciones: de la universidad a la empresa, de la empresa al productor, del productor al investigador y también desde las comunidades hacia las instituciones.

En este nuevo contexto, las universidades ya no desempeñan únicamente el papel de generadoras de conocimiento. También participan como facilitadoras de procesos de innovación, promotoras de redes de colaboración y articuladoras de proyectos conjuntos con diversos sectores de la sociedad. De manera similar, las empresas dejaron de ser simples receptoras de tecnología para convertirse en generadoras de conocimiento a partir de su propia experiencia, de sus necesidades y de su interacción permanente con clientes y proveedores. Este cambio de perspectiva también ha modificado la forma de entender el éxito de la transferencia del conocimiento. Hace algunos años era común evaluar los resultados mediante indicadores relativamente sencillos, como el número de patentes registradas, de licencias otorgadas o de convenios firmados entre universidades y empresas. Aunque estos indicadores siguen siendo importantes, hoy resultan insuficientes para valorar el impacto real del conocimiento generado.

Una patente, por ejemplo, representa un logro importante en materia de propiedad intelectual, pero no necesariamente implica que una tecnología esté siendo utilizada. Del mismo modo, una publicación científica puede alcanzar un elevado reconocimiento académico sin que sus resultados lleguen a influir en las decisiones de una empresa, una institución pública o una comunidad. La verdadera medida del éxito consiste en que el conocimiento contribuya de manera efectiva a resolver problemas, a generar nuevas oportunidades de desarrollo mediante la innovación y a mejorar las condiciones de vida de las personas.

Esta nueva visión ha impulsado la aparición de múltiples mecanismos destinados a facilitar la interacción entre quienes generan conocimiento y quienes pueden aplicarlo. Incubadoras de empresas, parques científicos, oficinas de transferencia tecnológica, centros de innovación, laboratorios de innovación abierta, redes de colaboración y plataformas de vinculación son algunos ejemplos de estructuras creadas para reducir la brecha entre la investigación y la sociedad. No obstante, la experiencia internacional también ha demostrado que disponer de estos mecanismos no garantiza, por sí solo, el éxito de la transferencia. En muchos casos, persisten dificultades para que las organizaciones adopten las tecnologías, especialmente cuando carecen de capacidades técnicas, recursos suficientes o personal capacitado para incorporarlas en sus procesos cotidianos.

Esta realidad ha llevado a reconocer que la transferencia del conocimiento constituye únicamente una parte de un proceso mucho más amplio. Después de que el conocimiento llega a una organización o a una comunidad, comienza una nueva etapa, quizá aún más compleja: lograr que las personas acepten la innovación, aprendan a utilizarla y la integren de manera efectiva en sus actividades. Comprender este proceso requiere analizar otros elementos que complementan la transferencia del conocimiento y que hoy se consideran fundamentales para explicar el éxito o el fracaso de una innovación. Entre ellos destacan cuatro conceptos estrechamente relacionados: la transferencia de conocimiento, la adopción tecnológica, la capacidad de absorción y la madurez tecnológica. Analizados conjuntamente, estos cuatro elementos ofrecen una visión mucho más completa del recorrido que sigue una innovación desde su generación hasta su incorporación efectiva en la sociedad.

Los cuatro pilares para transformar el conocimiento en innovación.

¿Por qué algunas innovaciones transforman la sociedad mientras que otras nunca logran despegar?

Cuando aparece una nueva tecnología, suele despertar grandes expectativas. Sus creadores confían en que resolverá problemas importantes, las instituciones que financiaron su desarrollo esperan recuperar la inversión realizada y los potenciales usuarios imaginan los beneficios que podría generar. Sin embargo, el paso del tiempo demuestra que únicamente una parte de esas innovaciones se consolida. Muchas otras permanecen en el laboratorio, se utilizan de forma limitada o simplemente desaparecen sin haber alcanzado el impacto esperado.

Esta situación ha llevado a investigadores de distintas disciplinas a estudiar qué factores determinan el éxito o el fracaso de una innovación. Aunque existen numerosos modelos para explicar este fenómeno, la mayoría coincide en que el proceso no depende de un único elemento. Una tecnología necesita atravesar distintas etapas antes de convertirse en una solución ampliamente utilizada. Este recorrido puede entenderse de manera general a partir de cuatro grandes pilares que responden a enfoques diferentes, hoy se consideran complementarios: la transferencia del conocimiento, la adopción tecnológica, la capacidad de absorción y la

madurez tecnológica. Comprender cómo interactúan permite explicar por qué algunas innovaciones logran transformar organizaciones y comunidades, mientras que otras permanecen sin lograr algún impacto.

La transferencia del conocimiento: el punto de partida.

Toda innovación comienza con la generación de nuevo conocimiento. Ese conocimiento puede surgir en el ámbito de una persona, una universidad, un centro de investigación, una empresa, una instancia gubernamental o incluso en una comunidad que desarrolla soluciones a partir de su propia experiencia. Sin embargo, una tecnología para ahorrar agua en el riego, por ejemplo, no genera impacto mientras permanece en un informe técnico o en una prueba de laboratorio. Su valor se evidencia cuando un productor puede entenderla, probarla en su parcela, adaptarla a sus condiciones y comprobar que mejora su trabajo. Ese proceso es precisamente lo que conocemos como transferencia del conocimiento.

Hoy en día este concepto va mucho más allá de compartir información. Transferir conocimiento significa facilitar que otras personas comprendan una idea, desarrollen capacidades para utilizarla y la adapten a sus propias necesidades. Por ello, la transferencia incluye actividades tan diversas como la capacitación, el acompañamiento técnico, la vigilancia tecnológica, la búsqueda de recursos, la colaboración entre instituciones, la movilidad de investigadores, la creación de redes de innovación, el intercambio de experiencias y la generación conjunta de soluciones.

En los últimos años también ha cambiado la forma de entender quién participa en este proceso. Antes predominaba una relación relativamente simple entre quien generaba el conocimiento y quien lo recibía. Actualmente se reconoce que la innovación es el resultado de la interacción continua entre universidades, empresas, gobiernos, organizaciones sociales y usuarios finales, quienes aportan conocimientos y experiencias desde diversas perspectivas. La transferencia del conocimiento representa, por tanto, el primer paso para que una innovación tenga posibilidades de generar impacto. Sin embargo, transferir conocimiento no garantiza que este sea aceptado ni utilizado. Después de conocer una nueva tecnología, comienza un proceso igualmente importante: decidir si vale la pena incorporarla.

La adopción tecnológica: ¿Por qué una persona decide usar una nueva tecnología mientras que otra la rechaza?

Pensemos por un momento en la aparición de los teléfonos inteligentes. Aunque hoy parecen indispensables, su incorporación fue gradual. Algunas personas comenzaron a utilizarlos desde las primeras versiones disponibles; otras esperaron varios años antes de decidirse, mientras que otras continúan prefiriendo dispositivos más sencillos. Este comportamiento llamó la atención del sociólogo estadounidense Everett M. Rogers, quien dedicó gran parte de su trabajo a estudiar cómo se difunden las innovaciones en una sociedad. Su propuesta, publicada originalmente en la década de 1960 y posteriormente perfeccionada en sucesivas ediciones de *Diffusion of Innovations*, demostró que las personas no adoptan una tecnología al mismo tiempo ni por las mismas razones.

Rogers identificó que la decisión de adoptar una innovación depende de factores como la ventaja percibida frente a las alternativas existentes, la facilidad de uso, la compatibilidad con las prácticas habituales, la posibilidad de experimentar con ella antes de implementarla y la observación de resultados positivos en otros usuarios. Esta perspectiva modificó profundamente la manera de entender la innovación. El éxito de una tecnología dejó de depender exclusivamente de sus características técnicas para incorporar también la percepción y la experiencia de quienes finalmente la utilizarán. Sin embargo, incluso cuando una organización decide adoptar una innovación, aún queda un desafío importante: desarrollar las capacidades necesarias para aprovecharla plenamente.

La capacidad de absorción: aprender para innovar.

Es frecuente observar que dos organizaciones adquieren exactamente la misma tecnología y obtienen resultados completamente distintos. Mientras una logra incrementar su productividad en poco tiempo, la otra enfrenta dificultades para implementarla y termina abandonándola.

¿Por qué dos organizaciones reciben la misma tecnología, pero solo una logra aprovecharla?

La respuesta comenzó a tomar forma a finales de los años ochenta gracias al trabajo de Wesley M. Cohen y Daniel A. Levinthal, quienes introdujeron el concepto de capacidad de absorción. Estos autores demostraron que las organizaciones no solo necesitan acceder al conocimiento; también requieren desarrollar habilidades para identificar el conocimiento proveniente de fuentes cercanas a sus ámbitos de actividad, reconocer su valor, comprenderlo, adaptarlo e incorporarlo en sus actividades. Desde entonces, la capacidad de absorción se ha convertido en uno de los conceptos más influyentes en los estudios sobre innovación. Hoy, se entiende como la habilidad de una organización para adquirir conocimientos externos, asimilarlos, transformarlos y utilizarlos para generar mejoras en sus procesos, productos o servicios.

En la práctica, esta capacidad depende de numerosos factores: el nivel de preparación del personal, la experiencia previa, la cultura organizacional, la disposición al aprendizaje, el liderazgo, la colaboración entre áreas y la existencia de mecanismos que favorezcan el intercambio de conocimientos. Cuanto mayor es la capacidad de absorción, mayores son las posibilidades de que una innovación produzca beneficios sostenibles. Es indispensable de igual forma considerar que existen industrias y espacios de desarrollo de conocimiento diversos y que se debe considerar que podría resultar menos complicado incorporar una nueva tecnología, previamente valorada, en una industria con altos estándares tecnológicos, de digitalización y automatización como podrían ser la electrónica, aeronáutica o farmacéutica que en aquellas que por circunstancias diversas han ido a la saga en este ámbito como lo podría ser la de construcción, hospitalidad y la agropecuaria.

La madurez tecnológica: ¿Cómo saber si una tecnología está lista para salir del laboratorio y enfrentar condiciones reales?

No todas las tecnologías están listas para implementarse inmediatamente tras su desarrollo. Algunas apenas han demostrado su viabilidad en condiciones de laboratorio; otras ya fueron validadas en ambientes reales y algunas incluso forman parte de procesos productivos consolidados.

Con el propósito de evaluar este grado de desarrollo, surgieron los *Technology Readiness Levels (*TRL), un sistema desarrollado originalmente por la NASA para estimar el nivel de madurez alcanzada por una tecnología antes de incorporarla a misiones espaciales. Con el paso de los años, este esquema fue adoptado por gobiernos, universidades, organismos internacionales y empresas de distintos sectores debido a su utilidad para reducir riesgos durante la transferencia y la adopción de nuevas tecnologías. En términos sencillos, los niveles de madurez tecnológica permiten responder una pregunta fundamental: ¿esta tecnología está realmente lista para ser utilizada? Responder correctamente esta pregunta evita generar expectativas poco realistas y facilita la toma de decisiones tanto para quienes desarrollan una innovación como para quienes pretenden incorporarla. Cuando una tecnología alcanza un alto nivel de madurez, las posibilidades de adopción aumentan considerablemente. Sin embargo, incluso una tecnología completamente madura puede fracasar si las personas no desean utilizarla o si las organizaciones carecen de capacidad para absorberla.

Por ello, estos cuatro pilares deben entenderse como partes de un mismo proceso y no como etapas independientes. La transferencia del conocimiento facilita que una innovación llegue a nuevos usuarios; la adopción tecnológica explica por qué estos deciden utilizarla; la capacidad de absorción determina si podrán aprovecharla eficazmente, y la madurez tecnológica permite saber si la innovación está preparada para ser implementada con éxito.

ISSN 2395-9797

Podemos imaginar el camino de una innovación como un viaje. La transferencia del conocimiento abre la puerta para que la idea salga de donde fue concebida. La adopción tecnológica indica si las personas están dispuestas a usarla. La capacidad de absorción indica si tienen las habilidades para aprovecharla. Y la madurez tecnológica permite determinar si la solución está lista para funcionar en condiciones reales.

En el sector agropecuario y agroalimentario, este recorrido es especialmente visible. Existen tecnologías para mejorar el uso del agua, reducir las pérdidas postcosecha, monitorear los cultivos, fortalecer la sanidad animal o optimizar los procesos de producción. Sin embargo, muchas de estas soluciones no llegan con facilidad a los productores o pequeñas empresas rurales. A veces el problema no es que la tecnología no exista, sino que no se conoce, no se entiende, no se adapta al contexto local o no se cuenta con los recursos para implementarla. Por eso, hablar de transferencia de conocimiento en este sector implica también hablar de acompañamiento, confianza, aprendizaje y adaptación territorial.

¿Por qué los modelos actuales no son suficientes?

Si existen tantos modelos para impulsar la innovación, ¿por qué sigue siendo tan difícil llevar el conocimiento a quienes lo necesitan?

La pregunta puede parecer contradictoria. Durante las últimas décadas se han desarrollado numerosos modelos, metodologías e instrumentos destinados a fortalecer la innovación, facilitar la transferencia del conocimiento y promover la incorporación de nuevas tecnologías en las organizaciones. Sin embargo, la experiencia demuestra que la brecha entre la generación del conocimiento y su aplicación práctica sigue siendo uno de los principales desafíos de los ecosistemas de innovación en prácticamente todos los países.

Esta aparente contradicción no significa que los modelos existentes sean incorrectos o hayan dejado de ser útiles. Por el contrario, cada uno de ellos ha contribuido de manera importante a comprender una parte específica del proceso de innovación. El verdadero desafío radica en que, por lo general, fueron desarrollados para responder preguntas distintas y provenientes de disciplinas diferentes. Por ejemplo, los modelos de transferencia del conocimiento buscan explicar cómo compartir los resultados de la investigación y facilitar su circulación entre universidades, empresas, gobiernos y otros actores. Su principal interés consiste en fortalecer los mecanismos mediante los cuales el conocimiento sale del lugar donde fue generado y puede ser utilizado por otros. Los modelos de adopción tecnológica, en cambio, se centran en las personas y las organizaciones que adoptarán una innovación. Su objetivo es comprender qué factores influyen en la aceptación o el rechazo de una nueva tecnología y por qué algunas innovaciones se difunden rápidamente, mientras que otras encuentran resistencia.

Por su parte, la teoría de la capacidad de absorción analiza las condiciones internas que permiten a una organización aprovechar el conocimiento proveniente del exterior. Desde esta perspectiva, disponer de una tecnología no garantiza obtener beneficios; resulta indispensable contar con capacidades para comprenderla, adaptarla e incorporarla a los procesos organizacionales. Finalmente, los modelos de madurez tecnológica evalúan el grado de desarrollo alcanzado por una tecnología antes de su implementación. Su finalidad principal es reducir riesgos y facilitar la toma de decisiones sobre la opción más adecuada para su uso.

Cada uno de estos enfoques responde preguntas diferentes y, precisamente por ello, todos siguen siendo plenamente vigentes. El problema surge cuando alguno de ellos intenta utilizarse como explicación única de un fenómeno que, por naturaleza, es mucho más complejo. Podría utilizarse una analogía muy sencilla. Imaginemos que un grupo de especialistas intenta explicar cómo funciona el cuerpo humano. Un cardiólogo describirá con gran precisión el funcionamiento del corazón; un neumólogo explicará el sistema respiratorio; un neurólogo analizará el cerebro y un ortopedista estudiará el sistema musculoesquelético. Ninguno de ellos estará equivocado. Sin embargo, comprender únicamente uno de esos sistemas no basta para explicar el funcionamiento integral del organismo.

Algo similar ocurre con la innovación. Cada modelo estudia una parte del proceso, pero la realidad exige comprender cómo interactúan entre sí. Esta situación se vuelve aún más evidente al analizar proyectos reales de innovación. En numerosas ocasiones una tecnología ha demostrado funcionar correctamente desde el punto de vista técnico, pero fracasa porque los usuarios no la consideran útil. En otros casos, existe interés en adoptarla, pero las organizaciones carecen de personal capacitado para implementarla. También ocurre

que una empresa posee las capacidades necesarias para utilizar una innovación, pero aún no ha alcanzado un nivel de desarrollo suficiente para operar en condiciones reales. Ninguno de estos problemas puede resolverse de manera aislada, ya sea fortaleciendo la transferencia del conocimiento, mejorando los procesos de adopción tecnológica o incrementando la capacidad de absorción. Todos forman parte de un mismo sistema y, por lo tanto, requieren ser analizados desde una perspectiva integral.

A esta complejidad se suma otro elemento que, durante muchos años, ha recibido relativamente poca atención, el contexto en el que ocurre la innovación. Las condiciones económicas, sociales, culturales e institucionales de cada territorio influyen directamente en la manera en que las personas adoptan nuevas tecnologías y aprovechan el conocimiento disponible. Una solución que produce excelentes resultados en una región puede requerir adaptaciones importantes para responder a las necesidades de otra.

Por esta razón, en los últimos años se ha comenzado a fortalecer una visión más amplia de la transferencia del conocimiento. Esta nueva perspectiva reconoce que no basta con conectar universidades y empresas, ni con desarrollar tecnologías técnicamente maduras. También resulta indispensable crear espacios de interacción permanente entre investigadores, organizaciones productivas, instituciones públicas, comunidades y demás actores que participan en los procesos de innovación.

En este nuevo escenario, el papel de las estructuras dedicadas a facilitar la transferencia del conocimiento también ha comenzado a transformarse. Más que limitarse a gestionar patentes o a establecer convenios de colaboración, hoy se espera que contribuyan a identificar necesidades, articular capacidades, promover el aprendizaje colectivo y acompañar el proceso mediante el cual el conocimiento se convierte en innovación con impacto social.

Esta evolución ha dado origen a nuevas formas de entender la transferencia del conocimiento, orientadas no solo a la circulación de tecnologías, sino también a la construcción de capacidades y al fortalecimiento de los ecosistemas regionales de innovación. Entre estas propuestas destaca el concepto de Unidad Social de Transferencia del Conocimiento, que busca integrar varios de los elementos analizados hasta ahora y ampliar el alcance de los mecanismos tradicionales de transferencia.

La evolución de la transferencia del conocimiento: hacia las Unidades Sociales de Transferencia del Conocimiento.

¿Cómo han evolucionado los mecanismos para acercar el conocimiento a la sociedad?

La manera de entender la transferencia del conocimiento ha cambiado profundamente en las últimas décadas. Lo que en un principio se concebía como un proceso orientado principalmente a proteger los resultados de investigación y a facilitar su comercialización ha evolucionado hacia una visión mucho más amplia, en la que el objetivo no es únicamente transferir tecnologías, sino generar capacidades para que el conocimiento produzca beneficios reales para la sociedad.

Las primeras estructuras especializadas en esta materia surgieron principalmente en universidades y centros de investigación con el propósito de gestionar la propiedad intelectual derivada de la investigación científica. En distintos países comenzaron a consolidarse las Oficinas de Transferencia de Tecnología (Technology Transfer Offices, TTO), cuya función principal consistía en identificar desarrollos con potencial comercial, protegerlos mediante patentes y establecer mecanismos para su licenciamiento o transferencia al sector productivo.

Este enfoque representó un avance significativo. Gracias a estas oficinas, numerosas universidades fortalecieron su relación con las empresas, incrementaron la protección de sus desarrollos tecnológicos y promovieron la creación de empresas de base tecnológica. En muchos casos, estos esfuerzos permitieron que las investigaciones académicas llegaran al mercado y generaran beneficios económicos significativos.

Sin embargo, a medida que los ecosistemas de innovación se volvían más complejos, también se hicieron evidentes algunas limitaciones de este enfoque. Una parte importante del conocimiento generado por

universidades y centros públicos de investigación no necesariamente buscaba convertirse en una patente o en un producto comercial. Muchas investigaciones estaban orientadas a resolver problemas sociales, mejorar procesos productivos, fortalecer políticas públicas o responder a necesidades específicas de comunidades y sectores productivos donde la comercialización no era el objetivo principal.

Al mismo tiempo, surgieron nuevos desafíos asociados a la transformación digital, la innovación abierta y la creciente colaboración entre múltiples actores. La generación de conocimiento dejó de concentrarse exclusivamente en las universidades y los laboratorios especializados. Las empresas comenzaron a innovar junto con sus clientes; los gobiernos impulsaron programas de innovación colaborativa; las organizaciones sociales desarrollaron soluciones adaptadas a sus territorios y las comunidades aportaron conocimientos derivados de su propia experiencia.

Este nuevo escenario hizo evidente que la transferencia del conocimiento ya no podía limitarse únicamente a la gestión de propiedad intelectual o a la negociación de licencias. Era necesario incorporar funciones relacionadas con la identificación de necesidades, la articulación de actores, el fortalecimiento de capacidades, el acompañamiento técnico y la construcción de redes de colaboración que facilitaran la apropiación social del conocimiento.

De manera gradual, distintas instituciones comenzaron a ampliar el alcance de sus actividades. Las oficinas tradicionales evolucionaron hacia estructuras más abiertas que incorporaban procesos de innovación colaborativa, vinculación territorial, emprendimiento, formación de capacidades y generación de alianzas estratégicas. En muchos casos dejaron de actuar únicamente como intermediarias entre investigadores y empresas para convertirse en verdaderas facilitadoras de ecosistemas de innovación.

Esta evolución también modificó la manera de medir el éxito de la transferencia del conocimiento. Mientras que anteriormente los indicadores se concentraban en el número de patentes, licencias o contratos celebrados, hoy resulta cada vez más frecuente evaluar aspectos como la adopción efectiva de tecnologías, el fortalecimiento de capacidades locales, la creación de redes de colaboración, la solución de problemas sociales, la innovación organizacional o el impacto en los territorios.

En este contexto, comienza a consolidarse una visión que algunos autores y diversas iniciativas internacionales han denominado transferencia con orientación social, cuyo propósito es acercar el conocimiento científico a los actores que pueden utilizarlo para resolver problemas concretos, independientemente de que exista o no un interés comercial inmediato. Desde esta perspectiva, el conocimiento adquiere valor cuando logra mejorar procesos productivos, fortalecer instituciones, impulsar políticas públicas, generar oportunidades para las comunidades o contribuir al desarrollo sostenible.

Es precisamente en esta evolución donde surge el concepto de Unidad Social de Transferencia del Conocimiento (USTC). Más que como una ruptura con los mecanismos tradicionales de transferencia, la USTC puede entenderse como una ampliación de sus funciones. Su propósito es integrar las fortalezas desarrolladas por las Oficinas de Transferencia de Tecnología con nuevos procesos orientados a facilitar la adopción tecnológica, fortalecer la capacidad de absorción de las organizaciones, promover la colaboración entre múltiples actores y acompañar la implementación de innovaciones en contextos reales.

Bajo esta perspectiva, una Unidad Social de Transferencia del Conocimiento no sustituye a las estructuras tradicionales de transferencia tecnológica; las complementa. Mientras las TTO continúan desempeñando un papel fundamental en la protección y comercialización de los resultados de investigación, las USTC incorporan una dimensión adicional centrada en las personas, las organizaciones y los territorios donde finalmente se utilizará el conocimiento.

Su función principal es actuar como un espacio de articulación entre quienes generan conocimiento y quienes enfrentan problemas que pueden resolverse mediante la innovación. Para ello promueven el diálogo entre investigadores, empresas, instituciones públicas, organizaciones sociales, productores y comunidades, facilitando procesos de aprendizaje mutuo, construcción de capacidades y adaptación de tecnologías a las condiciones específicas de cada contexto.

Este enfoque resulta especialmente relevante en sectores en los que la innovación depende de la interacción permanente entre múltiples actores, como la agricultura, la salud, la educación, la gestión pública, el

desarrollo regional o la sostenibilidad ambiental. En estos ámbitos, la simple transferencia de una tecnología rara vez produce resultados satisfactorios si no va acompañada de procesos de capacitación, apropiación, adaptación y seguimiento.

En consecuencia, las Unidades Sociales de Transferencia del Conocimiento representan una respuesta a la creciente complejidad de los ecosistemas de innovación contemporáneos. Su principal aportación consiste en reconocer que la transferencia del conocimiento no concluye cuando una tecnología cambia de manos, sino cuando las personas y las organizaciones logran incorporarla de manera efectiva para generar beneficios económicos, sociales y ambientales.

Del conocimiento al impacto social: una visión integrada de la innovación.

¿Qué ocurre cuando todos los elementos trabajan de manera coordinada?

Hasta este punto hemos analizado distintos componentes del proceso de innovación. Hemos visto que generar conocimiento constituye apenas el inicio del camino; que la transferencia del conocimiento facilita su circulación; que la adopción tecnológica explica por qué las personas deciden utilizar una innovación; que la capacidad de absorción determina si las organizaciones pueden aprovecharla; y que la madurez tecnológica permite determinar si una tecnología está preparada para su implementación.

Cada uno de estos elementos aporta una pieza fundamental del rompecabezas. Sin embargo, en la práctica ninguno funciona de manera aislada. La innovación es el resultado de la interacción permanente entre personas, organizaciones, conocimientos, tecnologías e instituciones que aprenden, colaboran y evolucionan de forma conjunta.

Por ello, comprender la innovación como un proceso integrado permite explicar con mayor claridad por qué algunas iniciativas logran generar transformaciones duraderas, mientras que otras se limitan a ser proyectos prometedores. La diferencia no suele residir en la calidad de la tecnología, sino en la capacidad del sistema para articular todos los elementos necesarios para que dicha tecnología genere valor.

Una forma sencilla de visualizar este proceso consiste en imaginar un recorrido continuo. Todo comienza con la generación de nuevo conocimiento, producto de la investigación científica, de la experiencia acumulada o de la innovación desarrollada por organizaciones y comunidades. Ese conocimiento necesita, posteriormente, ser compartido mediante procesos de transferencia que lo acerquen a quienes podrían beneficiarse de él.

Una vez que el conocimiento llega a los usuarios potenciales, surge un segundo momento decisivo: la adopción. Las personas y las organizaciones evalúan la utilidad de la innovación, analizan los beneficios esperados, estiman los riesgos y deciden si vale la pena incorporarla a sus actividades. La aceptación de una tecnología depende tanto de sus características como de la percepción que los usuarios tienen sobre ella.

La decisión de adoptar una innovación, sin embargo, representa únicamente el comienzo de un proceso de aprendizaje. Las organizaciones necesitan desarrollar capacidades para comprender el nuevo conocimiento, adaptarlo a sus condiciones particulares y convertirlo en mejoras concretas en sus procesos. Es precisamente aquí donde la capacidad de absorción desempeña un papel determinante.

Paralelamente, la tecnología debe haber alcanzado un nivel de desarrollo suficiente para responder de manera confiable a las condiciones del entorno en el que será utilizada. Implementar tecnologías inmaduras suele incrementar la incertidumbre y disminuir las posibilidades de éxito, mientras que esperar demasiado tiempo también puede significar perder oportunidades de innovación. Por ello, conocer el grado de madurez tecnológica facilita una mejor toma de decisiones.

Cuando estos elementos funcionan de manera coordinada, las probabilidades de éxito aumentan considerablemente. La transferencia facilita el acceso al conocimiento; la adopción impulsa su incorporación; la capacidad de absorción permite aprovecharlo y la madurez tecnológica reduce los riesgos asociados con su implementación. El resultado final no es simplemente una tecnología utilizada, sino una innovación capaz de generar beneficios sostenibles para las personas y las organizaciones.

Sin embargo, aún existe un elemento transversal que acompaña todo este recorrido: la colaboración entre los actores. Ninguna innovación surge completamente aislada. Investigadores, empresas, gobiernos, organizaciones sociales, productores, instituciones educativas y ciudadanos participan, en diferentes momentos, aportando conocimientos, recursos, experiencia y capacidades. La calidad de estas interacciones influye directamente en las posibilidades de éxito de cualquier proceso de innovación.

Esta perspectiva también modifica la manera de entender el papel de los territorios. Las innovaciones no se implementan en escenarios homogéneos. Cada región posee características económicas, sociales, culturales e institucionales propias que condicionan la forma en que el conocimiento se apropia y se utiliza. En consecuencia, las estrategias de transferencia e innovación deben ser lo suficientemente flexibles como para responder a las necesidades específicas de cada contexto.

Desde esta visión integrada, el conocimiento deja de ser un recurso que simplemente se transmite de un actor a otro para convertirse en un elemento que se construye, se adapta y se enriquece continuamente mediante la interacción entre quienes participan en el ecosistema de innovación. El verdadero valor del conocimiento no reside únicamente en su generación, sino en su capacidad de transformarse en soluciones útiles y de producir cambios positivos en la realidad.

Esta manera de entender la innovación también invita a reconsiderar cómo se evalúan los resultados. Tradicionalmente se han utilizado indicadores como el número de publicaciones científicas, patentes registradas, tecnologías desarrolladas o convenios firmados. Aunque todos ellos siguen siendo importantes, resultan insuficientes para valorar el impacto real del conocimiento. Quizá la pregunta más relevante no sea cuántas tecnologías se desarrollaron, sino cuántas lograron resolver un problema concreto, mejorar la productividad de una organización, fortalecer una comunidad o contribuir al bienestar de las personas. En otras palabras, el verdadero indicador del éxito de la innovación debería ser su capacidad para generar valor económico, social y ambiental.

Aplicaciones y oportunidades, cuando el conocimiento transforma realidades.

¿Dónde puede aplicarse esta visión integrada de la transferencia del conocimiento?

Hablar de transferencia del conocimiento, adopción tecnológica o capacidad de absorción puede parecer, a primera vista, un ejercicio exclusivamente académico. Sin embargo, estos conceptos adquieren su verdadero significado cuando se observan en la vida cotidiana. Cada vez que una organización incorpora una nueva tecnología, una comunidad adopta una práctica innovadora o una institución transforma la manera en que presta sus servicios, estos procesos están presentes, aunque muchas veces pasen desapercibidos. Precisamente por ello, comprender la innovación desde una perspectiva integrada ofrece oportunidades para prácticamente cualquier sector de la sociedad. El desafío ya no consiste únicamente en desarrollar nuevas tecnologías, sino en crear las condiciones necesarias para que estas puedan utilizarse de manera efectiva y generar beneficios duraderos.

Uno de los ámbitos en los que esta visión resulta especialmente relevante es el sector agroalimentario. Durante los últimos años han surgido soluciones basadas en sensores inteligentes, agricultura de precisión, imágenes satelitales, drones, inteligencia artificial y sistemas de monitoreo en tiempo real capaces de mejorar la productividad y reducir el impacto ambiental de las actividades agrícolas. Sin embargo, la mera disponibilidad de estas tecnologías no garantiza su uso. Muchos productores, en particular quienes pertenecen a pequeñas y medianas unidades de producción, enfrentan dificultades de acceso a la información, la capacitación, los recursos y la confianza necesarios para incorporar nuevas herramientas en sus procesos cotidianos. En estos casos, la transferencia del conocimiento requiere ir acompañada de procesos de formación, asesoría técnica, demostraciones en campo y acompañamiento continuo que faciliten la apropiación de la innovación.

Una situación similar puede observarse en el sector salud. El desarrollo de nuevos dispositivos médicos, sistemas de diagnóstico basados en inteligencia artificial o plataformas digitales para el seguimiento de pacientes representa un enorme avance tecnológico. No obstante, su éxito depende también de la disposición del personal sanitario para utilizarlos, de la capacitación recibida, de la adaptación de los procedimientos

clínicos y de las condiciones organizacionales que permitan integrar estas herramientas a la práctica cotidiana.

La educación constituye otro ejemplo representativo. En los últimos años miles de instituciones incorporaron plataformas virtuales, recursos digitales y herramientas de inteligencia artificial con el propósito de enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, los mejores resultados no se obtuvieron necesariamente en aquellos espacios con mayor disponibilidad tecnológica, sino en aquellos donde docentes, estudiantes e instituciones desarrollaron capacidades para integrar estas herramientas en sus prácticas educativas.

Las pequeñas y medianas empresas también enfrentan desafíos similares. Numerosas soluciones digitales para automatizar procesos, mejorar la gestión financiera, fortalecer la relación con los clientes o incrementar la productividad están actualmente al alcance de prácticamente cualquier organización. Aun así, muchas empresas continúan mostrando bajos niveles de adopción tecnológica. En la mayoría de los casos el problema no reside en la ausencia de tecnologías, sino en la falta de tiempo, capacitación, acompañamiento o personal especializado para incorporarlas adecuadamente.

Las instituciones públicas tampoco son ajenas a esta realidad. La digitalización de trámites, la incorporación de plataformas de datos abiertos, el uso de inteligencia artificial para apoyar la toma de decisiones o la implementación de sistemas inteligentes para la gestión de servicios públicos representan oportunidades extraordinarias para incrementar la eficiencia gubernamental. No obstante, estas iniciativas requieren procesos de cambio organizacional que faciliten la aceptación de nuevas formas de trabajo y fortalezcan las capacidades de los servidores públicos.

En todos estos ejemplos existe un elemento común: la tecnología constituye únicamente una parte de la solución. Los resultados dependen igualmente de las personas, de las organizaciones, de las redes de colaboración y de la capacidad para construir procesos de aprendizaje compartido. La innovación deja de ser un acontecimiento aislado para convertirse en un proceso continuo de adaptación y mejora. Esta perspectiva también cobra especial relevancia en los programas de desarrollo regional y territorial. Cada territorio posee características económicas, culturales, ambientales y sociales particulares que influyen directamente en la forma en que se aprovecha el conocimiento. Por ello, las estrategias exitosas suelen ser aquellas que reconocen las capacidades existentes, promueven la participación de los actores locales y adaptan las soluciones tecnológicas a las necesidades específicas de cada comunidad.

En este contexto, las universidades y los centros de investigación tienen la oportunidad de ampliar su contribución al desarrollo. Además de generar conocimiento científico, pueden desempeñar un papel estratégico como articuladores de redes de colaboración, promotores del aprendizaje colectivo y facilitadores de procesos de innovación orientados a resolver problemas concretos del entorno. Quizá una de las enseñanzas más importantes que deja esta visión integrada es que la innovación no comienza cuando aparece una nueva tecnología ni termina cuando ésta se implementa. La innovación es un proceso permanente de aprendizaje, colaboración y construcción colectiva de soluciones. Su verdadero éxito no depende exclusivamente del avance científico alcanzado, sino de la capacidad de ese conocimiento para mejorar la vida de las personas, fortalecer las organizaciones y contribuir al desarrollo sostenible de los territorios.

Comprender el ecosistema y sus elementos clave.

Hemos descrito los pilares que, en el ámbito de la transferencia del conocimiento, como punto de partida, sostienen el proceso para que el conocimiento generado por los individuos, las organizaciones y la sociedad en general tenga un impacto real y concreto en la mejora del bienestar y calidad de vida de los territorios. Por ello, los componentes clave de este proceso se esquematizan de manera clara y sencilla en la Figura 1.

VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx



Nota. *Imagen elaborada por los autores mediante inteligencia artificial generativa (OpenAI ChatGPT-5.5, Image 2.0), a partir de un diseño conceptual propio, 2026.*

Figura 1. Innovación e impacto social y territorial en el Ecosistema de Innovación

Hacia un modelo de adopción tecnológica.

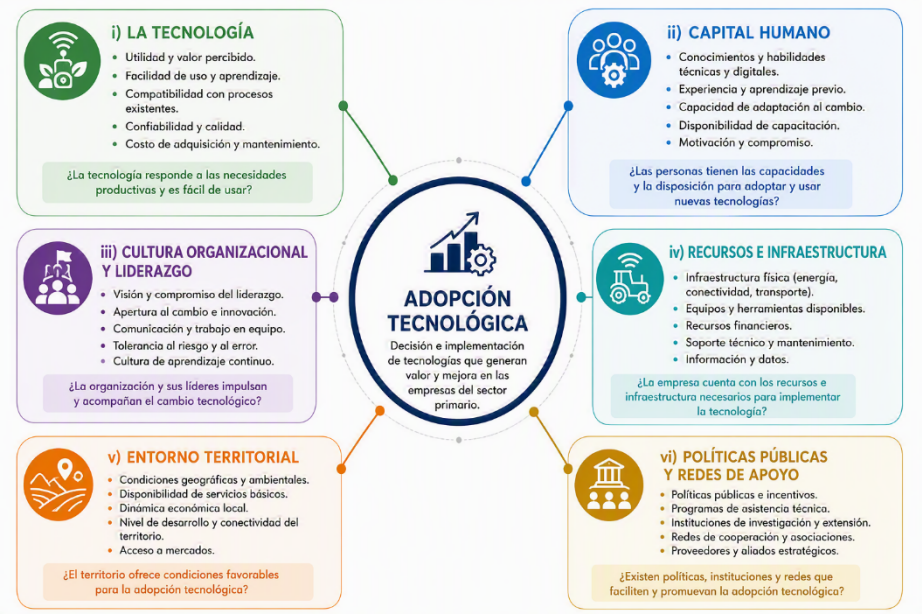
Una vez que a lo largo del documento hemos descrito cada uno de los pilares para la transformación del conocimiento en innovación y su posterior impacto positivo en las comunidades, es indispensable considerar que en el ámbito de las pequeñas y medianas empresas, y en particular aquellas ligadas al sector primario, es indispensable reflexionar en la dificultad que encontramos para establecer un proceso único y consistente para que tales empresas puedan adoptar conocimientos que principalmente toman la forma de tecnologías, emergentes o no, y que éstas sean adecuadamente gestionadas al interior de los principales procesos productivos (incluidos los de fertilización, genética de selección, combate de plagas, trazabilidad, sostenibilidad, inocuidad, riego, etc.), administrativos y de comercialización que realizan.

Típicamente son utilizados modelos de adopción tecnológica para intentar abstraer la realidad de las empresas y organizaciones a un esquema contextual que permita identificar los procesos, factores o elementos primordiales que impactan en las actividades rutinarias que realizan y que, a partir de sus características, puedan adoptar y adaptar un patrón, modelo o esquema que racionalice y explique los diversos fenómenos que ocurren tanto en el entorno de las organizaciones y empresas como al interior de las mismas. En tal virtud, hemos identificado principalmente los siguientes elementos que podrían constituir componentes fundamentales de dicho modelo: i) la tecnología, ii) el capital humano, iii) la cultura organizacional y el liderazgo. iv), los recursos e infraestructura, v) el entorno territorial, vi) las políticas públicas y redes de apoyo.

De manera general, cada elemento debe responder a lo siguiente: la tecnología; ¿aporta valor a nuestra empresa? ¿El costo de adquisición está a nuestro alcance? El capital humano; ¿pueden nuestros colaboradores utilizarlo? ¿Están dispuestos a hacerlo? ¿Consideran valiosa su incorporación a su trabajo? La cultura organizacional; ¿existen valores y creencias comunes? ¿Se promueven y reconocen los esfuerzos y logros del personal? ¿La comunicación interna es sólida y efectiva? ¿Se encauzan y dirigen eficazmente las inquietudes de las personas? ¿Se cuenta con los recursos e infraestructura necesarios para su implementación? ¿la conectividad es suficiente para soportar los procesos a implantar? ¿Los recursos financieros están al alcance? ¿Se cuenta con políticas públicas y redes de apoyo? ¿Se cuenta con el soporte técnico indispensable en tiempo y forma? ¿Se cuenta con apoyos y servicios de instancias gubernamentales,

académicas, financieras y tecnológicas? ¿Existen empresas, laboratorios, consultoras y organismos especializados en el uso del conocimiento en el entorno cercano? ¿Se cuenta con personal técnico calificado al alcance inmediato?

A partir de lo anterior, proponemos un Modelo de Adopción Tecnológica (MAT) (Fig. 2) que integra los componentes o elementos primordiales ya señalados y que consideramos puede resultar de fácil adopción por parte de las empresas pequeñas y medianas del sector primario mexicano, dadas sus características y circunstancias. La descripción detallada del modelo, sus componentes y elementos, así como la forma de integrar una herramienta de consulta y manipulación capaz de ubicar el grado de madurez de cada organización que desee conocer su nivel y, a partir de ahí, establecer una hoja de ruta y una estrategia para avanzar hacia niveles superiores, son objeto de un trabajo paralelo llevado a cabo por el equipo.



Nota. *Imagen elaborada por los autores mediante inteligencia artificial generativa (OpenAI ChatGPT-5.5, Image 2.0), a partir de un diseño conceptual propio, 2026.*

Figura 2. Modelo de Adopción Tecnológica.

Reflexiones finales

La historia de la innovación suele contarse a partir de grandes descubrimientos científicos o de tecnologías que transformaron industrias completas. Sin embargo, pocas veces se habla de todo lo que ocurre entre el momento en que surge una buena idea y aquel en que esa idea logra mejorar la vida de las personas. Ese recorrido, que con frecuencia permanece invisible, representa uno de los mayores desafíos de los sistemas actuales de ciencia, tecnología e innovación.

A lo largo de este artículo hemos visto que la generación de conocimiento constituye únicamente el punto de partida. Para que una innovación produzca beneficios reales, es necesario que el conocimiento circule, sea comprendido, aceptado, adaptado y, finalmente, incorporado a las actividades de quienes pueden utilizarlo. En este proceso intervienen múltiples factores que van desde la calidad de la tecnología hasta las capacidades de las organizaciones, las condiciones del territorio y la colaboración entre los distintos actores que conforman los ecosistemas de innovación.

También hemos observado que la transferencia del conocimiento, la adopción tecnológica, la capacidad de absorción y la madurez tecnológica no constituyen enfoques aislados ni propuestas que compitan entre sí. Por el contrario, constituyen perspectivas complementarias que ayudan a comprender distintos momentos de un mismo proceso. Cuando estos elementos se analizan de manera conjunta, resulta más sencillo identificar por qué algunas innovaciones logran generar transformaciones profundas, mientras que otras no alcanzan el impacto esperado.

La evolución reciente de los mecanismos de transferencia del conocimiento refleja precisamente este cambio de visión. Cada vez resulta más evidente que la innovación no depende exclusivamente de producir mejores tecnologías, sino de construir entornos capaces de facilitar el aprendizaje, fortalecer la colaboración y generar condiciones para que el conocimiento se convierta en soluciones útiles para la sociedad. En este contexto, las iniciativas orientadas a fortalecer la dimensión social y territorial de la transferencia representan una oportunidad para acercar la investigación científica a las necesidades reales de las personas, las organizaciones y las comunidades.

Quizá una de las lecciones más importantes sea reconocer que el conocimiento no tiene un valor intrínseco por el mero hecho de existir. Su verdadero potencial se manifiesta cuando alguien logra utilizarlo para resolver un problema, mejorar un proceso, crear una oportunidad o transformar una realidad. Esa transformación no ocurre de manera espontánea; requiere tiempo, aprendizaje, confianza, colaboración y la participación activa de múltiples actores que, desde diferentes ámbitos, contribuyen a convertir las ideas en acciones.

Vivimos en una época marcada por enormes desafíos en materia de sostenibilidad, transformación digital, seguridad alimentaria, salud, educación y desarrollo económico. En todos estos campos existe una extraordinaria producción de conocimiento científico y tecnológico. El reto ya no consiste únicamente en generar más conocimiento, sino en lograr que ese conocimiento llegue oportunamente a quienes pueden convertirlo en bienestar para la sociedad. En este sentido, fortalecer los mecanismos de transferencia, impulsar la adopción tecnológica, desarrollar capacidades de absorción y comprender el grado de madurez de las innovaciones no deben entenderse como esfuerzos independientes, sino como componentes de una estrategia común orientada a incrementar el impacto del conocimiento. Integrar estas perspectivas puede contribuir a construir ecosistemas de innovación más dinámicos, colaborativos y capaces de responder a los desafíos que enfrentan nuestras organizaciones y territorios.

Al final, la pregunta que dio origen a este artículo sigue vigente: ¿qué ocurre entre el momento en que nace una innovación y aquel en que comienza a transformar la realidad? La respuesta, como hemos visto, no depende de un solo actor, de una única tecnología ni de un único modelo. Depende de la capacidad colectiva para conectar el conocimiento con las personas, las organizaciones y los territorios en los que ese conocimiento puede generar un cambio. Porque, en última instancia, el verdadero éxito de la investigación científica no se mide únicamente por los conocimientos que produce, sino por las realidades que es capaz de transformar.

Bibliografía/Referencias

Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. *Research Policy*, 29(4–5), 627–655. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1

Borrás, S., Gerli, F., & Cenzato, R. (2024). Technology transfer offices in the diffusion of transformative innovation: Rethinking roles, resources, and capabilities. *Technological Forecasting and Social Change,* 200, 123157. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123157

Chen, Z., Little, V. J., & Thuan, N. H. (2025). The evolving role of technology transfer offices in the entrepreneurial university: Go-betweens or playmakers?. *The Journal of Technology Transfer,* 50, 1060–1079. https://doi.org/10.1007/s10961-024-10123-4

Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. *Harvard Business School Press.*

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly,* 35(1), 128–152. https://doi.org/10.2307/2393553

Compagnucci, L., & Spigarelli, F. (2024). Improving knowledge transfer and innovation services: A roadmap for Knowledge Transfer Offices. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 100577. https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100577

Etzkowitz, H., & 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(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy,* 35(5), 715–728. https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005

Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and Agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences,* 90–91, 100315. https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315

Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels: A white paper. *National Aeronautics and Space Administration.*

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. *Oxford University Press*.

Olechowski, A. L., Eppinger, S. D., Joglekar, N., & Tomaschek, K. (2020). Technology readiness levels: Shortcomings and improvement opportunities. *Systems Engineering*, 23(4), 395–408. https://doi.org/10.1002/sys.21533

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). Improving knowledge transfer and collaboration between science and business in Spain. *OECD Publishing.* https://doi.org/10.1787/4d787b35-en Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.

Siegel, D. S., Waldman, D., & Link, A. N. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: An exploratory study. *Research Policy,* 32(1), 27–48. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00196-2

Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review,* 27(2), 185–203. https://doi.org/10.5465/amr.2002.6587995