

Desafíos en la Transferencia de Tecnología Médica en el Sureste Mexicano: Un Análisis Multiactor dentro del Ecosistema de Innovación

Ana María Canto-Esquivel
Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Mérida, Departamento de
Ingeniería Industrial
ana.ce@merida.tecnm.mx
ORCID 0000-0002-0068-6802

Francisco Cima Cohuo
Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Mérida, Departamento de
Ingeniería Industrial
Autor de Correspondencia
francisco.cc@merida.tecnm.mx
ORCID 0000-0002-1453-2353

Jorge Carlos Canto Esquivel
Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Mérida, Departamento de
Ingeniería Industrial
jorge.ce@merida.tecnm.mx
ORCID 0000-0002-5599-8870

José Rubén Bacab Sánchez
Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Mérida, Departamento de
Ingeniería Industrial
jose.bc@merida.tecnm.mx
ORCID 0000-0002-8861-0852

Félix Aguilar Vázquez
Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Mérida, Departamento de
Ingeniería Industrial
felix.av@merida.tecnm.mx

Resumen

La transferencia de tecnología en el sector de los dispositivos médicos amplía el acceso a la innovación y contribuye a mejorar los resultados en salud. A pesar de la importancia crítica de los dispositivos médicos avanzados, las regiones en desarrollo continúan enfrentando importantes desafíos relacionados con la innovación, la maduración tecnológica y el acceso a soluciones sanitarias emergentes. Este estudio analiza las principales barreras percibidas a lo largo del proceso de transferencia de tecnología médica en el sureste de México. A partir de un

enfoque multiactor, la investigación integra las perspectivas de representantes de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT), las Instituciones de Educación Superior (IES) y los organismos gubernamentales establecidos en la región. Se recopilaron datos cuantitativos y cualitativos para examinar las percepciones y experiencias de los participantes respecto a los desafíos asociados con la transferencia de tecnología médica, la adopción tecnológica y el desarrollo de redes de colaboración. Los resultados evidencian un amplio consenso en que la insuficiencia de incentivos financieros constituye el principal obstáculo, mientras que los distintos grupos de actores difieren en su valoración del papel que desempeña el marco regulatorio. Al integrar múltiples perspectivas, el estudio concluye que una mayor articulación de las políticas públicas y una colaboración institucional más sólida representan prioridades fundamentales para afrontar los desafíos actuales de la transferencia de tecnología médica en la región.

Palabras Clave: transferencia de tecnología; dispositivos médicos; innovación.

GECONTEC Vol. 14(1). 2026
ISSN 2255-5684
gecontec.org

© Creative Commons Attribution 4.0
Recibido 13 Abril, 2026
Aceptado 18 Julio, 2026
Publicado 19 Julio, 2026

Introducción

La innovación en dispositivos médicos y su potencial para mejorar la salud de la población se han consolidado como una prioridad de investigación, impulsada por la creciente demanda mundial de tecnologías accesibles, eficaces y adaptadas a contextos específicos (Piaggio et al., 2021). La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconocen a los dispositivos médicos como componentes tecnológicos esenciales para la prestación de servicios de salud, ya que constituyen las principales herramientas para detectar, tratar y monitorear una amplia variedad de enfermedades y lesiones (COFEPRIS, 2023; OMS, 2012). Dada su relevancia social y su valor práctico, resulta indispensable impulsar innovaciones que fortalezcan la atención sanitaria a nivel mundial, especialmente en las regiones en desarrollo, donde persisten limitaciones de recursos y una marcada dependencia de tecnologías importadas (Lamichhane y Neupane, 2022; Piaggio et al., 2021).

La innovación en dispositivos médicos comprende el desarrollo y la comercialización de instrumentos y equipos destinados al diagnóstico, tratamiento y manejo de enfermedades y lesiones (OMS, 2012). Aunque el acceso a dispositivos médicos avanzados desempeña un papel fundamental en los sistemas modernos de salud, las regiones en desarrollo continúan enfrentando importantes desafíos a lo largo del proceso de transferencia de tecnología. Entre los principales obstáculos destacan las restricciones regulatorias, las limitaciones de infraestructura y la insuficiencia de recursos técnicos y financieros (De Leon y Tejero, 2023; Warty et al., 2021). Asimismo, persisten importantes vacíos de conocimiento que dificultan comprender plenamente cómo estas barreras afectan el desarrollo tecnológico, la maduración de las innovaciones y la capacidad de manufactura local (Kale et al., 2024).

La fabricación de equipos e insumos médicos en México contribuye de manera significativa tanto a la economía nacional como a la cadena global de suministro (INEGI, 2022). En América Latina, México es el principal exportador de dispositivos médicos y, a nivel mundial, ocupa el séptimo lugar en volumen de exportaciones dentro de esta categoría de productos (Pineda, 2024). Sin embargo, la producción nacional continúa concentrándose en dispositivos de baja tecnología, como insumos médicos desechables e instrumentos no electrónicos, mientras que el desarrollo y la fabricación local de dispositivos médicos de alta tecnología siguen siendo limitados (INEGI, 2022). Considerando el importante potencial de la industria mexicana de dispositivos médicos, identificar las barreras que restringen la transferencia de tecnología constituye un paso fundamental para diseñar estrategias de mejora eficaces.

México ha impulsado el fortalecimiento de su ecosistema de innovación mediante transformaciones institucionales, entre ellas la creación de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). No obstante, la brecha entre la generación de innovaciones y su incorporación exitosa al mercado continúa siendo un desafío. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las principales barreras percibidas en la transferencia de tecnología médica en el sureste de México, a partir de las experiencias de tres actores clave del ecosistema regional de innovación: las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT), las Instituciones de Educación Superior (IES) y los organismos gubernamentales responsables de la regulación y del apoyo a la innovación. Al generar evidencia desde estas perspectivas complementarias, esta investigación busca aportar información útil para responsables de políticas públicas, innovadores y actores del sector salud interesados en fortalecer el desarrollo, la maduración y el acceso al mercado de tecnologías médicas en economías emergentes.

Marco Teórico

Proceso de Transferencia de Tecnología

La transferencia de tecnología implica la transferencia de información especializada, conocimiento tácito, experiencia técnica, competencias y equipamiento entre organizaciones, fortaleciendo así las capacidades tecnológicas y de manufactura de quienes reciben la tecnología. En el sector de los dispositivos médicos, este proceso comprende iniciativas de colaboración y el intercambio de conocimientos y recursos que, en última instancia, permiten desarrollar herramientas y dispositivos destinados a aplicaciones en el ámbito de la salud (OMS, 2012).

Entendida como un proceso dinámico, la transferencia de tecnología involucra a múltiples actores, entre ellos la academia, la industria, el gobierno y las entidades intermediarias de transferencia tecnológica (Tuxpan et al., 2024). La academia constituye la principal fuente de conocimiento científico e innovación tecnológica, principalmente a través de las actividades de investigación. La industria comprende tanto a los proveedores de tecnología como a las organizaciones encargadas de adoptar y comercializar las innovaciones. Por su parte, el gobierno configura el entorno de innovación mediante la regulación, el diseño de políticas públicas y la implementación de incentivos que favorecen la colaboración. Las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) desempeñan un papel de intermediación especializada al aportar conocimientos en gestión de la propiedad intelectual, comercialización de tecnologías y gestión de la innovación (Ix Caamal et al., 2016).

Las interacciones entre estos actores han sido tradicionalmente explicadas mediante modelos de innovación basados en hélices, especialmente el modelo de la Triple Hélice. Este modelo concibe la innovación como un proceso dinámico impulsado por la interacción continua entre universidades, industria y gobierno, en el que las universidades generan conocimiento de manera activa, mientras que las instituciones públicas crean las condiciones necesarias para favorecer la innovación (Etzkowitz y Zhou, 2017). A diferencia de la visión lineal tradicional de la transferencia de conocimiento, el modelo de la Triple Hélice presenta a los gobiernos como emprendedores públicos y resalta el papel de organizaciones intermediarias, como las OTT, en la recombinación del conocimiento y la comercialización de los resultados de investigación universitaria (Etzkowitz, 2003).

Asimismo, este marco identifica el licenciamiento de patentes y las estructuras de intermediación como mecanismos fundamentales de transferencia tecnológica que alinean incentivos y fortalecen la capacidad de absorción dentro del ecosistema de innovación (Cai y Etzkowitz, 2020). Más recientemente, el modelo de la Cuádruple Hélice ha ampliado esta perspectiva al incorporar a los usuarios finales como un cuarto actor, reconociendo así el papel activo de la sociedad en los procesos de innovación (Carayannis et al., 2022; Miller et al., 2018).

Los modelos de hélices proporcionan marcos conceptuales sólidos para analizar las interacciones entre los actores que conforman los ecosistemas de innovación. En el contexto de los dispositivos médicos en el sureste de México, estos modelos facilitan la identificación de brechas de colaboración entre los principales actores del ecosistema. En regiones en desarrollo como el sureste mexicano, una interacción institucional eficaz resulta esencial para transitar de una economía dependiente de tecnologías importadas hacia un modelo basado en el conocimiento y sustentado en la innovación nacional. En este escenario, las OTT desempeñan un papel estratégico como intermediarias, mientras que las políticas públicas orientadas a promover la innovación contribuyen a reducir los riesgos financieros y técnicos inherentes al desarrollo de tecnologías médicas. No obstante, este estudio reconoce una limitación importante: la ausencia de la perspectiva del sector industrial. Investigaciones en curso desarrolladas por los autores buscan subsanar esta limitación mediante la incorporación de dicho sector en futuros análisis.

Barreras y Facilitadores Potenciales de la Transferencia de Tecnología Médica

La transferencia de tecnología médica, particularmente en las regiones en desarrollo, enfrenta desafíos derivados de la interacción entre barreras sistémicas, financieras, regulatorias y culturales. Estos obstáculos dificultan la transformación de los resultados de investigación y desarrollo en innovaciones comercializables y, en consecuencia, limitan las mejoras en la prestación de los servicios de salud. Entre las barreras más frecuentemente reportadas se encuentran la insuficiencia de infraestructura sanitaria, el financiamiento limitado, los marcos regulatorios complejos e ineficientes, la colaboración fragmentada entre los actores clave y la resistencia cultural al cambio (Tabla 1) (González Sabater, 2011; OMS, 2012; Pérez-Orive e Ibarra.

Tabla 1. Barreras potenciales para la transferencia de tecnología médica

Aspecto	Descripción
Infraestructura	Incluye, por ejemplo, redes de suministro eléctrico y de comunicación poco confiables que limitan la capacidad para utilizar, evaluar y adoptar nuevos dispositivos médicos (De Leon y Tejero, 2023).
Recursos financieros	Los países en desarrollo con frecuencia carecen de la capacidad financiera necesaria para adquirir tecnologías médicas emergentes (Malik et al., 2024). El financiamiento limitado también restringe las actividades de planificación, validación y diseño de productos a nivel local (De Leon y Tejero, 2023).
Marcos regulatorios	Los marcos regulatorios complejos, estrictos, inconsistentes y escasamente armonizados constituyen importantes obstáculos para la producción local y la transferencia de tecnología (OMS, 2012).
Colaboración interinstitucional	La insuficiente coordinación y colaboración entre los distintos actores dificulta el desarrollo de las capacidades y de la infraestructura necesarias para una transferencia de tecnología eficaz (Campo et al., 1999).
Factores culturales	Las agendas institucionales divergentes (OMS, 2012), junto con la resistencia a adoptar nuevas tecnologías debido a prácticas consolidadas o al escepticismo, pueden obstaculizar tanto la adopción de innovaciones como el acceso a nuevas tecnologías médicas (Malik et al., 2024).

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura.

Estos desafíos interrelacionados constituyen obstáculos importantes para la transferencia y adopción efectiva de tecnologías de dispositivos médicos. Al mismo tiempo, ponen de manifiesto oportunidades de mejora que pueden orientar el diseño de estrategias destinadas a fortalecer la innovación y la transferencia de tecnología, especialmente en las regiones emergentes.

Innovación y el Sector de Dispositivos Médicos en México

La industria de dispositivos médicos en México representa un componente estratégico de la economía nacional y desempeña un papel cada vez más relevante en las cadenas globales de suministro (INEGI, 2022). No obstante, el sector continúa enfrentando un desafío importante: la producción nacional sigue concentrándose en productos de baja tecnología, como insumos médicos desechables y equipos no electrónicos (INEGI, 2022). Al mismo tiempo, la dependencia del país de dispositivos médicos avanzados importados pone de manifiesto una brecha persistente en materia de innovación y desarrollo tecnológico local (INEGI, 2022; Pineda, 2024).

En los últimos años, México ha impulsado un modelo de innovación orientado a alcanzar una mayor autosuficiencia tecnológica en el sector salud. Un ejemplo destacado es la creación de Innova Bienestar, un organismo público estatal dedicado al desarrollo de equipos médicos altamente especializados (Conahcyt, 2023). Asimismo, el sector privado ha fortalecido su contribución mediante organizaciones como la Asociación Mexicana de Industrias Innovadoras de Dispositivos Médicos (AMID), la cual se ha consolidado como un actor clave para impulsar la innovación dentro de la industria nacional (AMID, 2023). En este ecosistema de innovación, las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) desempeñan un papel esencial como

intermediarias al gestionar la propiedad intelectual y facilitar la navegación por complejos procesos regulatorios (Cima-Cohuo et al., 2025). Por su parte, las Instituciones de Educación Superior (IES) constituyen la principal fuente de conocimiento científico y de innovaciones tecnológicas con un elevado potencial de aplicación industrial (Tuxpan et al., 2024).

El desarrollo de clústeres de innovación en regiones estratégicas como Yucatán y Baja California se ha convertido en un componente central de la estrategia de innovación de México. El clúster de Baja California constituye el principal polo de producción de dispositivos médicos del país, tanto por su capacidad productiva como por el número de empresas que lo integran (Flores Gracia y Bonal, 2016). En la península de Yucatán, el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán y el Centro de Innovación ITC Heurística se han consolidado como instituciones clave para promover el desarrollo de clústeres regionales de innovación. A pesar de estas iniciativas, la transferencia de tecnología en el ámbito de los dispositivos médicos continúa enfrentando importantes barreras, entre ellas la insuficiencia de infraestructura y la existencia de marcos regulatorios complejos y de lenta tramitación.

Metodología

Este estudio adoptó un enfoque de métodos mixtos con un diseño de investigación descriptivo y no experimental. Los datos se recopilaron a partir de una muestra no probabilística por conveniencia conformada por Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT), Instituciones de Educación Superior (IES) y organismos gubernamentales, entre ellos la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) y el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), mediante instrumentos cuantitativos y cualitativos. El primer instrumento consistió en un cuestionario adaptado de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012), que combinó preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas relacionadas con los desafíos de la transferencia de tecnología médica. El segundo instrumento correspondió a una entrevista estructurada diseñada para explorar el papel de los organismos gubernamentales en el fomento de la innovación y el desarrollo, así como sus percepciones sobre las principales barreras que afectan la transferencia de tecnología. La combinación de ambos instrumentos permitió obtener una visión integral de las percepciones y experiencias de múltiples actores del ecosistema de innovación del sureste de México.

Muestra

El estudio empleó una muestra no probabilística por conveniencia basada en la participación voluntaria de actores institucionales clave del sureste de México. La muestra final estuvo conformada por 14 representantes estratégicos, distribuidos de la siguiente manera: siete representantes de Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) ($n_1 = 7$), cuatro representantes de Instituciones de Educación Superior (IES) ($n_2 = 4$) y tres funcionarios de alto nivel pertenecientes a organismos gubernamentales responsables de la regulación y del apoyo a la innovación ($n_3 = 3$).

La muestra de las OTT se definió a partir de la clasificación elaborada por RedOTT México (2025), la cual identificó nueve oficinas operativas en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. No obstante, dos de las oficinas registradas en el directorio no participaron debido a que habían suspendido sus operaciones cuando los investigadores establecieron

contacto con ellas. La muestra de las IES se construyó utilizando la información proporcionada por la Secretaría de Investigación, Innovación y Educación Superior de Yucatán. Se incluyeron todas las instituciones de educación superior que ofrecían programas relacionados con el área biomédica, dada su relevancia directa para el sector de los dispositivos médicos. En cuanto a los organismos gubernamentales, se seleccionaron instituciones responsables de la investigación científica, la ciencia y la tecnología, el diseño de políticas públicas, la regulación de la transferencia tecnológica (SECIHTI) y la gestión de la propiedad intelectual (IMPI). El tamaño final de la muestra respondió a la disponibilidad y accesibilidad de los participantes durante el período de estudio. El proceso de reclutamiento y recolección de datos se dirigió al director, responsable principal o coordinador de transferencia tecnológica de cada institución participante.

Antes del inicio de la recolección de datos, los representantes institucionales recibieron información detallada sobre los objetivos del estudio, el carácter voluntario de su participación y el compromiso de los investigadores de garantizar la confidencialidad durante todo el proceso de investigación. En consecuencia, este estudio protegió tanto la identidad como la integridad de todos los participantes.

Instrumentos y análisis de datos

Cuestionario. El cuestionario se basó en el instrumento desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012). Incluyó cinco preguntas relacionadas con los procesos generales de transferencia de conocimiento y un conjunto adicional de once preguntas centradas en las barreras y oportunidades de la transferencia de tecnología. Estas preguntas abordaron aspectos relacionados con la investigación y el desarrollo, las patentes y el licenciamiento, la comercialización, las redes de colaboración, los aspectos regulatorios y la perspectiva general de los actores (Tabla 2). El instrumento original fue objeto de diversas adaptaciones, principalmente una traducción técnica al español y modificaciones contextuales destinadas a reflejar las características del entorno de innovación mexicano. Dos expertos en transferencia de tecnología evaluaron dichas adaptaciones con el propósito de garantizar la claridad, pertinencia y adecuación contextual de los contenidos. Su evaluación respaldó la validez de contenido del instrumento adaptado para el contexto regional.

El cuestionario incorporó tanto preguntas cerradas de opción múltiple como preguntas abiertas. Las respuestas abiertas complementaron los resultados cuantitativos al aportar explicaciones adicionales y elementos contextuales para su interpretación. Los datos cuantitativos fueron analizados mediante estadística descriptiva, mientras que las respuestas cualitativas se examinaron de forma independiente con el fin de enriquecer la interpretación de los resultados cuantitativos. El cuestionario se distribuyó a través de una plataforma de encuestas en línea entre enero y junio de 2025. El contacto inicial con las OTT se realizó con el apoyo de RedOTT, seguido de comunicaciones individuales mediante correo electrónico institucional. Las IES y los organismos gubernamentales recibieron invitaciones directas a través de llamadas telefónicas y correspondencia electrónica institucional.

Tabla 2. Contenido del cuestionario sobre las barreras en la transferencia de tecnología

Categoría	Preguntas
Investigación y Desarrollo	Examinar las barreras percibidas que afectan las actividades de investigación y desarrollo de dispositivos médicos.
Patentes y Licenciamiento	Evaluar cómo los procedimientos actuales de propiedad intelectual influyen en las actividades de investigación y desarrollo.
Comercialización	Identificar las principales barreras para la comercialización y la transferencia de tecnología de dispositivos médicos.
Redes de Colaboración	Explorar los desafíos y las oportunidades asociados con el establecimiento de redes de colaboración que favorezcan la transferencia de tecnología.
Regulación	Examinar las barreras relacionadas con el sistema regulatorio vigente y recopilar propuestas para su mejora.
Perspectiva General	Identificar las principales barreras percibidas que afectan el acceso a las tecnologías de dispositivos médicos y su transferencia.

Fuente: Elaboración propia.

Entrevistas. La guía de entrevistas se basó en el instrumento desarrollado por Tuxpan et al. (2024). El protocolo incluyó seis preguntas abiertas orientadas a explorar el papel de cada institución en la transferencia de conocimiento, los principales factores que impulsan el desarrollo tecnológico y los mecanismos que favorecen la transferencia de tecnología. La recolección de datos comenzó mediante el contacto con los participantes por correo electrónico y vía telefónica para programar las sesiones de entrevista. Todas las entrevistas se realizaron de manera individual y remota, con una duración promedio de aproximadamente 30 minutos. Al inicio de cada sesión, los participantes recibieron una explicación sobre los objetivos del estudio y otorgaron su consentimiento informado antes de comenzar la entrevista. Con la autorización previa de los participantes, todas las entrevistas fueron grabadas en audio y posteriormente transcritas de manera literal para su análisis.

Los datos cualitativos se analizaron mediante un análisis temático deductivo siguiendo el enfoque propuesto por Miles et al. (2014), en el que participaron de forma independiente dos investigadores durante el proceso de codificación. Las respuestas fueron analizadas por separado utilizando categorías definidas a priori, derivadas de las dimensiones del instrumento cuantitativo presentado en la Tabla 2. El análisis de la información se realizó con el software NVivo (versión 14). Las discrepancias en la codificación fueron discutidas y resueltas por consenso entre los investigadores. Durante la elaboración de los resultados, el análisis incorporó extractos representativos de las entrevistas que ilustraban de manera más clara los temas centrales identificados, aportando evidencia sobre las áreas de convergencia y divergencia observadas entre los diferentes grupos de actores incluidos en el estudio.

Resultados

Barreras para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación

Los representantes de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) señalaron que colaboran con mayor frecuencia con instituciones académicas y organizaciones del sector privado (5 de 7) en actividades de investigación y desarrollo. En contraste, los representantes de las Instituciones de Educación Superior (IES) indicaron que sus colaboraciones se establecen

principalmente con otras instituciones académicas (3 de 4), mientras que las alianzas con organizaciones privadas siguen siendo relativamente limitadas.

Los resultados sugieren que los representantes de las OTT consideran que la insuficiencia de recursos financieros constituye la principal barrera para la investigación y el desarrollo, seguida por la falta de incentivos económicos o las limitadas perspectivas de retorno de la inversión. Los representantes de las IES expresaron percepciones similares, identificando también la escasez de recursos financieros y la falta de incentivos económicos como algunos de los desafíos más importantes que afectan la innovación.

Por su parte, los representantes de los organismos gubernamentales también identificaron la insuficiencia de recursos financieros y la falta de incentivos como los principales obstáculos para el desarrollo tecnológico. No obstante, la perspectiva gubernamental incorporó dos dimensiones adicionales. Uno de los entrevistados destacó la existencia de desigualdades territoriales en las capacidades de ciencia, tecnología, humanidades e innovación, particularmente en los municipios de habla maya, las cuales limitan la transferencia de conocimiento más allá de la capital del estado, a pesar del potencial tecnológico de estas comunidades. Otro participante subrayó la limitada apropiación social de la ciencia, argumentando que esta reduce la demanda de soluciones tecnológicas innovadoras y, al mismo tiempo, profundiza la desconexión entre la investigación académica y las necesidades de los sectores productivos.

Patentes y Licenciamiento

La mayoría de los participantes consideró que los procedimientos actuales de patentamiento y licenciamiento favorecen la investigación y el desarrollo a nivel local (6 de 7 representantes de las OTT y 3 de 4 representantes de las IES). No obstante, un representante de una OTT señaló que «aunque las patentes buscan estimular la inversión privada, la prolongación de los procedimientos y la falta de tecnologías suficientemente maduras pueden desincentivar a los innovadores». De igual manera, los representantes de las IES reconocieron que las patentes facilitan la incorporación de dispositivos médicos al mercado nacional, pero también enfatizaron que «el apoyo limitado a los investigadores y los persistentes obstáculos para la realización de pruebas y la validación experimental continúan dificultando el avance tecnológico».

Los datos obtenidos de los organismos gubernamentales revelaron perspectivas divergentes respecto a las patentes y el licenciamiento. Los representantes del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) sostuvieron que los procedimientos vigentes favorecen el desarrollo tecnológico nacional al proporcionar certeza jurídica. Como explicó uno de los entrevistados, «la barrera para obtener patentes y licencias no proviene del proceso administrativo en sí, sino de la aún incipiente cultura de emprendimiento científico en las universidades». Desde esta perspectiva, los investigadores suelen carecer de una orientación comercial, lo que limita su capacidad para transformar las invenciones en modelos de negocio viables que generen oportunidades de licenciamiento. De manera similar, los representantes de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) identificaron la limitada cultura de propiedad intelectual dentro de la comunidad científica, junto con el insuficiente apoyo a la maduración tecnológica, como las principales barreras que impiden que los resultados de investigación avancen hacia el registro de patentes y su posterior licenciamiento comercial.

Comercialización

Todos los representantes de las Instituciones de Educación Superior (IES) identificaron la insuficiencia de financiamiento como la principal barrera para la comercialización y la transferencia de dispositivos médicos. Además de las limitaciones financieras, los representantes de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) destacaron las reducidas capacidades de manufactura local y la disponibilidad de productos que no responden a las necesidades del contexto nacional como obstáculos importantes para una comercialización exitosa.

Las respuestas a las preguntas abiertas revelaron que los representantes de las OTT manifestaron una preocupación particular por el elevado costo de los dispositivos médicos disponibles y por la prolongada duración del proceso de acreditación requerido por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). En particular, los participantes señalaron que «en ocasiones, la principal dificultad radica en encontrar especialistas que puedan brindar orientación sobre el cumplimiento de los requisitos regulatorios necesarios para facilitar el ingreso de estas tecnologías al mercado» y que «incluso cuando se ha desarrollado un dispositivo funcional, el país carece de la infraestructura de manufactura necesaria para producirlo a pequeña escala». Por su parte, los representantes de las IES también identificaron el elevado costo del equipamiento y la dificultad para adquirir tecnologías especializadas como limitaciones significativas. Como explicó uno de los participantes, «los equipos continúan siendo costosos y su adquisición resulta difícil, mientras que la comercialización exige el cumplimiento de los estándares de acreditación». Asimismo, indicaron que numerosas tecnologías son abandonadas durante las etapas iniciales de desarrollo y nunca alcanzan el nivel de madurez necesario para su comercialización.

Los representantes de los organismos gubernamentales identificaron la limitada formación empresarial de los investigadores académicos como la principal barrera para la comercialización. Desde su perspectiva, los investigadores desarrollan con frecuencia soluciones técnicamente sólidas, pero no logran avanzar más allá de la etapa de prueba de concepto debido a su escasa experiencia en el desarrollo de modelos de negocio y en la gestión de la propiedad intelectual. Además, señalaron que, si bien la generación de conocimiento se desarrolla de manera satisfactoria, los esfuerzos de innovación suelen estancarse por la insuficiencia de plantas piloto y laboratorios certificados para la elaboración de prototipos. Esta deficiencia estructural impide que numerosos proyectos avancen a través de las etapas intermedias de maduración tecnológica y, en consecuencia, alcancen la producción a escala comercial.

Redes de Colaboración

Los representantes de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) (6 de 7) identificaron la insuficiencia de incentivos, la limitada participación de los actores y la escasa información sobre las necesidades de salud pública como las principales barreras para el establecimiento de redes de colaboración que favorezcan la transferencia de tecnología de dispositivos médicos. Los participantes señalaron que muchas instituciones carecen de la infraestructura y los recursos necesarios para madurar tecnologías emergentes, mientras que la industria muestra una disposición limitada para invertir durante las primeras etapas de desarrollo. Estos hallazgos evidencian una desconexión entre la innovación en fases tempranas y la inversión requerida para escalar tecnologías con potencial. Los representantes de los organismos gubernamentales, incluida la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI),

compartieron esta percepción y reconocieron la existencia de una colaboración fragmentada entre los diferentes actores. Como explicó uno de los participantes, «persiste una desconexión entre la investigación académica y las necesidades de los sectores productivos, lo que limita la consolidación del ecosistema de innovación».

Los representantes de las OTT propusieron diversas estrategias para fortalecer las redes de colaboración, entre ellas la realización de talleres regionales y locales, iniciativas de cooperación técnica, mecanismos de intercambio de conocimientos, programas de capacitación especializada, apoyo financiero, espacios de vinculación promovidos por el gobierno y la industria, así como esfuerzos coordinados para fortalecer el ecosistema regional de innovación. Por su parte, los representantes de las Instituciones de Educación Superior (IES) también identificaron la escasa información sobre las necesidades de salud pública como la principal barrera para una colaboración efectiva. Asimismo, enfatizaron la necesidad de incrementar el financiamiento para la investigación en universidades y empresas privadas, ampliar los recursos destinados al desarrollo y validación de prototipos, y asignar personal y presupuestos específicos para facilitar iniciativas de colaboración.

Marco Regulatorio

Los representantes de las OTT, en términos generales, no consideraron que la regulación constituyera el principal obstáculo. En cambio, destacaron la necesidad de mejorar el acceso a la información, ampliar la difusión de los requisitos regulatorios y ofrecer capacitación especializada sobre la normativa relacionada con la transferencia de tecnología. Por ejemplo, los participantes señalaron que, a pesar de la complejidad de los dispositivos médicos, «no existen guías prácticas, reuniones de seguimiento ni actualizaciones periódicas de las leyes y normas que faciliten el cumplimiento regulatorio y hagan el proceso más accesible». En contraste, los representantes de las IES consideraron que el cumplimiento de la normativa representa una barrera importante, destacando el limitado apoyo institucional y la existencia de requisitos regulatorios más exigentes que los de otros países. Los representantes de las OTT añadieron que el financiamiento insuficiente, los elevados costos de acreditación, los procedimientos burocráticos y los prolongados tiempos de evaluación constituyen obstáculos significativos asociados al marco regulatorio vigente. Los representantes de las IES coincidieron con esta percepción y señalaron que los requisitos regulatorios actuales generan dificultades especialmente durante las etapas iniciales de la transferencia de tecnología.

Para hacer frente a estos desafíos, los representantes de las OTT propusieron simplificar los procedimientos de licenciamiento, establecer procesos administrativos más ágiles, proporcionar orientaciones regulatorias más claras y adaptadas al contexto, y ampliar los servicios de asesoría para facilitar el cumplimiento de los requisitos normativos. Asimismo, promovieron la creación de mecanismos de financiamiento público-privado, un fortalecimiento de la colaboración entre la academia y la industria y «un marco regulatorio que apoye las pruebas piloto y la validación en etapas tempranas, acelerando así la introducción de dispositivos médicos al mercado y mejorando el acceso de la población a estas tecnologías». De manera similar, los representantes de las IES recomendaron flexibilizar los requisitos regulatorios, introducir modificaciones que faciliten el acceso al financiamiento gubernamental y fortalecer las alianzas con la industria. Además, subrayaron la importancia de incrementar la inversión en investigación y agilizar los procesos de evaluación y validación con el fin de reducir los tiempos de aprobación.

Perspectiva General

La mayoría de los representantes de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) (6 de 7) identificó el elevado costo de los dispositivos médicos y la dificultad para cumplir con los requisitos regulatorios como los principales factores que limitan el acceso a las tecnologías médicas en México. La mayoría de los representantes de las Instituciones de Educación Superior (IES) compartió esta valoración, señalando igualmente que estos dos aspectos constituyen las principales barreras para ampliar el acceso a dichas tecnologías.

Las respuestas a las preguntas abiertas revelaron además que los representantes de las OTT destacaron el limitado apoyo para el desarrollo y la maduración de dispositivos médicos. Por su parte, los representantes de las IES manifestaron su preocupación por la escasa disponibilidad de componentes de grado médico, argumentando que los requisitos regulatorios vigentes restringen aún más el acceso a estos recursos. Como explicó uno de los participantes, «la reducción de los recursos financieros destinados al sector salud ha relegado la investigación a un plano secundario. Las universidades y los centros de investigación ofrecen pocos incentivos para formar profesionales en este campo, mientras que los médicos suelen percibir a los desarrolladores de tecnología médica únicamente como técnicos, lo que reduce tanto el alcance de su labor como el reconocimiento de la profesión». Los participantes también señalaron los elevados costos del equipamiento, el alto costo del financiamiento y la percepción de que las instituciones educativas y de investigación operan con recursos insuficientes y con escasos incentivos.

Las entrevistas también revelaron diferencias de perspectiva respecto a la jerarquía de los criterios utilizados para la adquisición de tecnologías médicas. Los representantes de los organismos gubernamentales indicaron que la calidad, la seguridad y el precio constituyen los criterios predominantes en las decisiones de compra, mientras que el carácter innovador de una tecnología ocupa un lugar secundario. Esta realidad del mercado representa un desafío adicional para las tecnologías desarrolladas localmente, ya que la innovación, por sí sola, no garantiza su adopción. Los dispositivos médicos deben demostrar además competitividad en costos, al tiempo que cumplen con rigurosos estándares de seguridad y requisitos regulatorios. No obstante, los representantes gubernamentales reconocieron que el acceso limitado al financiamiento para la innovación continúa siendo un desafío transversal que afecta el desarrollo y la comercialización de dispositivos médicos en toda la región.

Discusión

El objetivo principal de este estudio fue analizar las percepciones de los representantes de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT), las Instituciones de Educación Superior (IES) y los organismos gubernamentales (SECIHTI e IMPI) del sureste de México respecto a las principales barreras que afectan la transferencia de tecnología médica. Los hallazgos revelan una considerable convergencia con las barreras estructurales previamente documentadas en el ecosistema mexicano de innovación en salud (p. ej., Cima-Cohuo et al., 2025; Tuxpan et al., 2024).

La identificación de la insuficiencia de recursos financieros y de incentivos económicos como los obstáculos más importantes para el desarrollo, la validación y la comercialización de dispositivos médicos es coherente con el contexto macroeconómico de México. Por ejemplo, el gasto nacional en investigación y desarrollo se mantiene en torno al 0,5 % del producto interno bruto (PIB), un nivel considerablemente inferior al de otras economías emergentes, como Brasil (1,28 %) (Pérez-Orive & Ibarra Ponce de León, 2019). La limitada disponibilidad de financiamiento no solo restringe la innovación, sino que también impide el desarrollo de infraestructura esencial, como plantas piloto y laboratorios certificados para la elaboración de prototipos. En consecuencia, estos resultados evidencian desafíos estructurales que trascienden las simples restricciones presupuestarias y ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer una infraestructura intermedia de innovación capaz de apoyar el avance de las tecnologías hacia etapas más avanzadas de maduración comercial.

Una de las divergencias más relevantes se refiere a la percepción del marco regulatorio. Mientras que los organismos gubernamentales (IMPI y SECIHTI) consideran que la normativa vigente proporciona certeza jurídica, los actores académicos y los representantes de las OTT la perciben como un conjunto de obstáculos burocráticos, costosos y complejos. Esta divergencia refleja deficiencias previamente documentadas en las directrices institucionales. Investigaciones anteriores han demostrado que los marcos regulatorios suelen estar desactualizados o carecer de suficiente claridad (Tuxpan et al., 2024), generando posibles conflictos de interés para los investigadores que trabajan en instituciones públicas, quienes pueden temer sanciones administrativas al intentar comercializar sus innovaciones (Hernández-Mondragón et al., 2016).

Asimismo, la limitada cultura de emprendimiento científico identificada por los representantes gubernamentales complementa la desconexión entre los principales actores del ecosistema de innovación descrita en estudios previos (Pérez-Orive & Ibarra Ponce de León, 2019). Los resultados sugieren que, aunque los investigadores poseen una sólida formación técnica, con frecuencia carecen de capacitación en el desarrollo de modelos de negocio y en la gestión de la propiedad intelectual. Esta brecha constituye una barrera adicional entre la generación de conocimiento científico y el licenciamiento exitoso de tecnologías. En el sureste de México, este desafío se intensifica debido a la limitada apropiación social de la ciencia y a la fragmentación de la colaboración entre los actores del ecosistema de innovación.

Los hallazgos también ponen de relieve diversas oportunidades de mejora. Desde la perspectiva de las políticas públicas, promover la transferencia de tecnología en el sureste de México requiere más que subsidios financieros de carácter general. Una política eficaz debe priorizar reformas regulatorias orientadas a reducir la incertidumbre comercial y los costos de acreditación, al tiempo que fortalezca la colaboración entre la academia y la industria. Este tipo de iniciativas podría mejorar significativamente tanto el acceso como la transferencia de tecnologías médicas adaptadas a las necesidades nacionales. En este contexto, la SECIHTI destacó el funcionamiento de la Red ECOS, que integra a más de 1.725 participantes con el propósito de alinear las capacidades académicas con las necesidades reales del sector productivo. Asimismo, la institución subrayó la importancia de implementar estrategias dirigidas a afrontar desafíos estructurales, entre ellos el desarrollo de capital humano especializado y la promoción de investigaciones aplicadas con relevancia social.

Este estudio contribuye a una comprensión más amplia de los desafíos que limitan la innovación y la transferencia de tecnología en regiones en desarrollo (Kale et al., 2024) al incorporar las perspectivas de actores clave del ecosistema de innovación. De este modo, amplía los hallazgos reportados por Cáceres Gómez y Becerra Ardila (2022), De Leon y Tejero (2023), Lamichhane y Neupane (2022), y Vasan y Friend (2020), al tiempo que proporciona una base empírica para el diseño de estrategias orientadas a fortalecer la transferencia de tecnología en el ámbito de los dispositivos médicos. No obstante, estos resultados deben interpretarse considerando diversas limitaciones de la investigación, entre ellas el tamaño relativamente reducido de la muestra, la ausencia de la industria como actor clave, el enfoque geográfico del estudio y su carácter descriptivo y exploratorio. Futuras investigaciones deberían incorporar muestras más amplias y diversas que incluyan a otros actores —particularmente la industria, el gobierno y la sociedad civil— y explorar estrategias colaborativas que contribuyan al fortalecimiento de los ecosistemas regionales de innovación en tecnología médica.

Conclusiones

Este estudio aporta un valor estratégico significativo al adoptar una perspectiva multiactor, proporcionando una comprensión integral de los desafíos que enfrenta la transferencia de tecnología médica en el sureste de México mediante la integración de las perspectivas de las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT), las Instituciones de Educación Superior (IES) y los organismos gubernamentales. Este enfoque resulta fundamental no solo para identificar las barreras compartidas, particularmente la insuficiencia de recursos financieros, sino también para evidenciar diferencias relevantes en la percepción que los distintos actores tienen sobre el marco regulatorio. Estos hallazgos pueden servir de apoyo a los responsables de la formulación de políticas públicas para armonizar la normativa, fortalecer la gestión de la transferencia de tecnología y promover el desarrollo de infraestructura que facilite la maduración tecnológica.

En última instancia, el principal aporte de esta perspectiva multiactor radica en su capacidad para articular las capacidades académicas con las necesidades reales de los sectores productivos, sentando las bases para avanzar hacia una mayor soberanía tecnológica en el ámbito de la salud. Reducir la dependencia de tecnologías médicas importadas y fomentar el desarrollo de soluciones tecnológicas locales con un alto impacto social puede contribuir al fortalecimiento de los ecosistemas de innovación y a la mejora de los resultados en salud en las regiones en desarrollo.

Referencias

- AMID. (2023, 09 de diciembre). Bienvenidos a la AMID. <https://amid.org.mx/>
- Cáceres Gómez, L. P., y Becerra Ardila, L. E. (2022, 5 de octubre). Transferencia de Tecnología para Organizaciones del Sector Salud, Barreras y Brechas en Economías Emergentes [ponencia]. 26 Congreso Internacional de Ciencias Administrativas, Ciudad de México, México. <https://investigacion.fca.unam.mx/docs/memorias/2022/18.02.pdf>
- Cai, Y., y Etzkowitz, H. (2020). Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. *Triple Helix*, 7(2-3), 189-226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1163/21971927-bja10003>
- Campo, A. A. d., Sparks, A., Hill, R. C., y Keller, R. T. (1999). The transfer and commercialization of university-developed medical imaging technology: opportunities and

problems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 46(3), 289-298.
<https://doi.org/10.1109/17.775281>

Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J., y Grigoroudis, E. (2022). Helix Trilogy: The Triple, Quadruple, and Quintuple Innovation Helices from a Theory, Policy, and Practice Set of Perspectives. *Journal of the Knowledge Economy*, 13(3), 2272-2301.
<https://doi.org/10.1007/s13132-021-00813-x>

Cima-Cohuo, F., Canto-Esquivel, A., Lopez-Kuk, S., Canto Esquivel, J., y Aguilar-Vazquez, F. (2025). Barreras y desafíos en la transferencia de tecnología de dispositivos médicos de diagnóstico en México y el rol de las oficinas de transferencia de tecnología. *Revista del Centro de Graduados e Investigación*, 40(11), 23-29.

COFEPRIS. (2023). Dispositivos Médicos. *Ciencia Cofepris*, (10), 1-46.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/828950/Revista_RCC10_Dispositivos_final_2023__3_.pdf

Conahcyt. (2023, 14 de noviembre). Surge InnovaBienestar de México, empresa paraestatal para potenciar la capacidad de innovación tecnológica soberana para el bienestar.
https://secihti.mx/wp-content/uploads/comunicados/Conahcyt_454.pdf

De Leon, R. P., y Tejero, L. M. S. (2023). Medical Device Development from Ideation to Regulation and Technology Transfer in Low- and Middle-income Countries. *Acta Med Philipp*, 57(6), 70-76. <https://doi.org/10.47895/amp.vi0.5134>

Etzkowitz, H. (2003). Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, 42(3), 293-337.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/05390184030423002>

Etzkowitz, H., y Zhou, C. (2017). *The triple helix: University–industry–government innovation and entrepreneurship*. Routledge.

Flores Gracia, C., y Bonal, M. (2016). La innovación en la industria de los dispositivos médicos y su contribución para elevar la competitividad en México. *Entretextos*, 8(24), 1-12.
<https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.201624342>

González Sabater, J. (2011). Manual de transferencia de tecnología y conocimiento. *The Transfer Institute*, 1(2), 1-126.

Hernández-Mondragon, A. C., Herrera-Estrella, L., y Kuri-Harcuch, W. (2016). Legislative environment and other factors that inhibit transfer of Mexican publicly funded research into commercial ventures. *Technology in Society*, 46, 100-108.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.03.002>

INEGI. (2022, 13 de diciembre). Conociendo la Industria de Dispositivos Médicos.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/especiales/CIDM_2022.pdf

Ix Caamal, C., Cima Cohuo, F. J., y Canto Esquivel, A. M. (2016). Situación actual de los actores principales en la transferencia de tecnología en el sector TIC en Yucatán. En *Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional* (Ed.), *El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad*. AMECIDER.
<https://ru.iiec.unam.mx/3421/>

Kale, D., Nabar, J., Garda, L., y Tol, V. (2024). Exploring inclusive MedTech innovations for resource-constrained healthcare in India. *Innovation and Development*, 14(3), 539-561. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2023.2215099>

Lamichhane, B., y Neupane, N. (2022). Improved healthcare access in low-resource regions: A review of technological solutions. *arXiv preprint arXiv:2205.10913*.

Malik, S., Azeem, S., Rehman, A., Khan, H., Haque, A., y Qamar, A. (2024). Implications of technological advancement of surgery in low and middle-income countries' a narrative review. *JPM. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 74(4 (Supple-4)), S65-S71. <https://doi.org/10.47391/jpma.aku-9s-10>

Miles, M. B., Huberman, A. M., y Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis* (Third edition ed.). SAGE.

Miller, K., McAdam, R., y McAdam, M. (2018). A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: toward a research agenda. *R&D Management*, 48(1), 7-24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/radm.12228>

OMS. (2012). Local production and technology transfer to increase access to medical devices: addressing the barriers and challenges in low-and middle-income countries. *Organización Mundial de la Salud*. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/336774/9789241504546-eng.pdf>

Pérez-Orive, J., y Ibarra Ponce de León, J. C. (2019). Innovación en salud en México: retos importantes y un largo camino que recorrer. *Salud Pública de México*, 61(4), 545-548. <https://doi.org/10.21149/10431>

Piaggio, D., Castaldo, R., Cinelli, M., Cinelli, S., Maccaro, A., y Pecchia, L. (2021). A framework for designing medical devices resilient to low-resource settings. *Globalization and Health*, 17(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12992-021-00718-z>

Pineda, M. (2024, 01 de mayo). Escenario favorecedor para la industria de dispositivos médicos. *Modern Machine Shop México*. <https://goo.su/3AqC9H2>

RedOTT México. (2025, 09 de diciembre). Regiones de la Red OTT México. <https://redott.mx/regiones/>

Tuxpan, K. F., Flores, V. G., y Martos, L. A. P. (2024). Retos y Perspectivas de las Oficinas de Transferencia de Tecnología en Instituciones de Educación Superior Públicas en México. *Revista de la Educación Superior*, 53(210), 127-149. <https://doi.org/10.36857/resu.2024.210.2855>

Vasan, A., y Friend, J. (2020). Medical Devices for Low- and Middle-Income Countries: A Review and Directions for Development. *Journal of Medical Devices*, 14(1). <https://doi.org/10.1115/1.4045910>

Warty, R. R., Smith, V., Salih, M., Fox, D., Mcarthur, S. L., y Mol, B. W. (2021). Barriers to the Diffusion of Medical Technologies Within Healthcare: A Systematic Review. *IEEE Access*, 9, 139043-139058. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3118554>