

CAPÍTULO IV

CASO DEL LICENCIAMIENTO DE TECNOLOGÍA DE SIMULADOR VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA MÉDICA DE BLOQUEO DEL NERVIOS TRIGÉMINO

<https://doi.org/10.47212/tendencias2026vol.xxix.5>

Luis Roberto Vega González

Instituto de Ciencias Aplicada y Tecnología UNAM, Secretaría de Vinculación y Gestión Tecnológica, Circuito exterior, ciudad Universitaria CDMX, Ciudad de México. Email: roberto.vega@icat.unam.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9038-3978>

Nadia Castillo Camarena

Instituto de Ciencias Aplicada y Tecnología UNAM, Secretaría de Vinculación y Gestión Tecnológica, Circuito exterior, ciudad Universitaria CDMX, Ciudad de México. Email: nadia.castillo@icat.unam.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8881-2868>

Miguel Ángel Padilla Castañeda

Instituto de Ciencias Aplicada y Tecnología UNAM, Grupo de Bioinstrumentación, Circuito exterior, ciudad Universitaria CDMX, Ciudad de México. Email: miguel.padilla@icat.unam.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1389-2074>

Juan Salvador Pérez Lomeli

Instituto de Ciencias Aplicada y Tecnología UNAM, Grupo de Bioinstrumentación, Circuito exterior, ciudad Universitaria CDMX, Ciudad de México. Email: salvador.perez@icat.unam.mx ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8282-8708>

Resumen

El presente trabajo analizó el proceso de desarrollo y transferencia tecnológica de un Sistema de Capacitación para el bloqueo del nervio trigémino, diseñado por el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM para el Hospital General de México “Eduardo Liceaga”. El objetivo de la investigación consistió en evaluar la efectividad de las estrategias de gestión tecnológica aplicadas para lograr la vinculación exitosa de esta herramienta médica especializada, orientada a mitigar los efectos de la trigeminosis. La metodología se fundamentó en un enfoque de gestión de la innovación, que incluyó la ejecución de estudios cuantitativos, el costo y valoración de la tecnología, así como la formulación de estrategias de propiedad intelectual y la gestión de licencias. Los resultados demostraron que la intervención de la Secretaría de Vinculación facilitó la transición de la ciencia aplicada hacia un entorno clínico real, asegurando la protección legal y la viabilidad económica del sistema. Se concluyó que la integración sistémica de herramientas de gestión tecnológica resultó determinante para formalizar la transferencia del conocimiento, permitiendo que una solución técnica para el alivio del dolor

crónico fuera adoptada de manera efectiva por la institución de salud pública, cumpliendo así con la misión institucional de impacto social.

Palabras Clave: nervio trigémino, salud pública, transferencia tecnología.

CASE STUDY: LICENSING OF VIRTUAL SIMULATOR TECHNOLOGY FOR TRIGEMINAL NERVE BLOCK TRAINING

Abstract

This study analyzed the development and technology transfer process of a Trigeminal Nerve Block Training System, designed by the Institute of Applied Sciences and Technology (ICAT) of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) for the General Hospital of Mexico “Eduardo Liceaga.” The research objective was to evaluate the effectiveness of the technology management strategies applied to achieve the successful integration of this specialized medical tool, aimed at mitigating the effects of trigeminal neuralgia. The methodology was based on an innovation management approach, which included conducting scientometric studies, costing and valuing the technology, formulating intellectual property strategies, and managing licensing agreements. The results demonstrated that the intervention of the Liaison Secretariat facilitated the transition from applied science to a real clinical setting, ensuring the legal protection and economic viability of the system. It was concluded that the systemic integration of technology management tools was crucial for formalizing knowledge transfer, enabling the public health institution to effectively adopt a technical solution for chronic pain relief, thus fulfilling its institutional mission of social impact.

Keywords: trigeminal nerve, public health, technology transfer.

Introducción

En la actualidad la neuralgia del trigémino representa un desafío para el sistema de salud pública en México, esta condición es un trastorno neurosensorial grave que compromete la inervación Aferente Somática General de la cabeza, definida por la Headache Classification Committee of the International Headache Society [IHS] (2018) como un síndrome de dolor facial paroxístico, lancinante y similar a descargas eléctricas, que genera un sufrimiento de tal magnitud que con frecuencia induce síndromes depresivos reactivos y pensamientos suicidas en quienes la padecen, además de provocar un impacto negativo en la capacidad laboral de más de un tercio de los pacientes.

Ante el fracaso de las terapias farmacológicas y los severos efectos secundarios de los medicamentos, el Bloqueo del Nervio Trigémino mediante la inyección de glicerol se ha consolidado en las Clínicas del Dolor como una intervención de alta especialidad altamente efectiva. Sin embargo, su ejecución técnica conlleva un

riesgo clínico crítico: debido a las complejas variaciones anatómicas del foramen oval, un error milimétrico en este procedimiento invasivo puede ocasionar daños secundarios graves e irreversibles a las estructuras craneofaciales del paciente.

Este escenario se ve significativamente agravado por el modelo actual de formación médica, el cual carece de simuladores comerciales fidedignos y anatómicamente precisos. Como consecuencia directa, los especialistas en algología y neurología se ven obligados a desarrollar su curva de aprendizaje practicando directamente sobre pacientes reales bajo supervisión experta. Este método tradicional introduce dilemas éticos profundos y eleva el riesgo de iatrogenia hospitalaria. Aunque instituciones de educación superior, como la Universidad Nacional Autónoma de México, han respondido a esta necesidad mediante el desarrollo de innovaciones sociales y sistemas de simulación anatómica precisas; pero además, la resolución real del problema se enfrenta a una segunda e importante barrera: la ineficacia de los procesos de transferencia tecnológica hacia el sector salud público. Por lo tanto, históricamente, el licenciamiento universitario en el contexto latinoamericano se ha limitado a acuerdos jurídico-contractuales de patentes que omiten el acompañamiento técnico, la capacitación operativa y el análisis de la capacidad absorptiva de los hospitales públicos. Esta desconexión impide que la innovación se traduzca en un aprendizaje organizacional efectivo, limitando el impacto social de los desarrollos financiados con recursos públicos y perpetuando la brecha entre la generación de conocimiento académico y su adopción funcional en la práctica clínica. Todo lo anteriormente planteado permite desarrollar el siguiente objetivo evaluar la efectividad de las estrategias de gestión tecnológica aplicadas para lograr la vinculación exitosa de esta herramienta médica especializada, orientada a mitigar los efectos de la trigemínosis.

Por lo tanto, la presente investigación se justifica ante la urgente necesidad de sustituir el modelo de entrenamiento médico actual, el cual atenta contra la seguridad del paciente al utilizarlo como objeto de ensayo, por un ecosistema de innovación social basado en la simulación de alta fidelidad. En este sentido, la investigación aporta valor al profundizar en las dinámicas relacionales y multidimensionales de la transferencia tecnológica bidireccional entre universidades y hospitales públicos en entornos en desarrollo, ofreciendo un precedente replicable para la validación y apropiación de tecnologías sanitarias de alta especialidad.

Fundamentación teórica

La neuralgia del trigémino (NT) es un trastorno neuropático en el que el síntoma dominante es el dolor facial paroxístico, estrechamente relacionado con alteraciones en las fibras periféricas o centrales de este nervio (Pérez-Cajaraville, 2013). La *International Headache Society* (2018) la define formalmente como un

trastorno caracterizado por dolores recurrentes breves, similares a descargas eléctricas, de inicio y terminación bruscos, razón por la cual está clasificada como uno de los síndromes de dolor facial más graves e intensos conocidos en la práctica médica.

Clínicamente, la NT se manifiesta mediante paroxismos lancinantes y agudos que se prolongan desde unos pocos segundos hasta un máximo de dos minutos. Su etiología más reconocida hasta el momento es la compresión neurovascular en la zona de entrada de la raíz nerviosa. El trastorno afecta con mayor frecuencia a las ramas V2 (maxilar) o V3 (mandibular); sin embargo, en su curso evolutivo, el dolor puede extenderse e involucrar a más de una rama de forma simultánea. Los episodios dolorosos pueden presentarse de manera espontánea o ser desencadenados por estímulos mecánicos inocuos sobre determinadas «zonas gatillo» al realizar actividades cotidianas como masticar, hablar, asearse los dientes, gesticular o aplicar cosméticos.

Alternativas de Tratamiento

El abordaje inicial de la NT es de carácter farmacológico. No obstante, cuando el tratamiento médico fracasa debido a la refractariedad del dolor, la recurrencia de las crisis o la intolerancia a los efectos secundarios adversos de los fármacos, los pacientes se convierten en candidatos para procedimientos quirúrgicos menores (mínimamente invasivos) o cirugías mayores. En México, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS, 2019) protocoliza tres modalidades quirúrgicas principales para el manejo definitivo de la NT: i) Descompresión con balón (microcompresión percutánea). ii) Termocoagulación por radiofrecuencia del ganglio de Gasser. iii) Descompresión microvascular en cirugía abierta.

El procedimiento de Bloqueo del Nervio Trigémino (BNT)

Ante la severidad del cuadro doloroso, las Unidades de Dolor (Clínicas del Dolor) optan frecuentemente por el Bloqueo del Nervio Trigémino mediante la infiltración percutánea de glicerol.

Aunque este método suele requerir dosis repetidas en períodos cortos, su principal ventaja radica en que, cuando es ejecutado por profesionales debidamente entrenados, es capaz de suprimir el dolor en cuestión de minutos y con un mínimo de efectos adversos directos. Sin embargo, el éxito del procedimiento está íntimamente ligado a la variabilidad anatómica del paciente: en casos donde el foramen oval es estrecho o de difícil acceso, los intentos de abordaje a ciegas pueden provocar complicaciones secundarias graves que comprometen la salud del enfermo. En este sentido, históricamente, el aprendizaje de esta técnica invasiva ha representado un dilema ético y un escenario de alto riesgo clínico, dado que la curva de aprendizaje se desarrolla bajo supervisión directa sobre pacientes reales.

Licenciamiento y transferencia de tecnología universitaria en el sector salud

La transferencia de tecnología es una de las funciones estratégicas más importantes de la universidad contemporánea, particularmente en instituciones públicas orientadas a la generación de conocimiento con impacto social. En el contexto de la investigación universitaria, la transferencia tecnológica no se limita a la difusión de resultados científicos, sino que implica un proceso estructurado mediante el cual los conocimientos, desarrollos y capacidades tecnológicas generadas en el ámbito académico son puestos a disposición de la sociedad para atender problemáticas concretas, fortalecer capacidades institucionales y contribuir al bienestar colectivo.

En este sentido, uno de los mecanismos más utilizados para instrumentar la transferencia de tecnología es el licenciamiento. El licenciamiento de tecnología se define como un acuerdo jurídico mediante el cual el titular de derechos de propiedad intelectual autoriza a un tercero a utilizar una tecnología bajo condiciones específicas, sin que ello implique la cesión de la titularidad de dichos derechos. Al otorgar licencias no exclusivas, las universidades conservan la propiedad intelectual de sus desarrollos y, al mismo tiempo, pueden habilitar su uso en otros entornos productivos, académicos o institucionales (Suárez & Murray, 2022).

Por ello, la literatura contemporánea subraya que el licenciamiento de tecnología no es sinónimo de transferencia tecnológica plena. Mientras que el licenciamiento se inscribe estrictamente en el ámbito jurídico contractual, la transferencia tecnológica remite a un proceso más amplio de apropiación del conocimiento, que involucra aprendizaje organizacional, desarrollo de habilidades técnicas y adaptación contextual (Guerrero, 2021). Por ello, no todo licenciamiento conduce necesariamente a una transferencia efectiva, aunque toda transferencia formalizada suele incluir algún tipo de acuerdo de licenciamiento.

En el sector salud, las diferencias entre licenciamiento y transferencia tecnológica adquieren una importancia aún mayor. Las tecnologías sanitarias (dispositivos médicos, simuladores clínicos, medicamentos o sistemas digitales) requieren no solo autorización legal para su uso, sino condiciones estrictas de seguridad clínica, capacitación especializada y adecuación a protocolos institucionales.

Hernández (2022) señala que, en este sector, muchas licencias concedidas sin acompañamiento técnico han mostrado ser insuficientes para generar capacidades locales, limitando el impacto real de la innovación en términos de atención médica y acceso a servicios de salud.

Licenciamiento orientado al acceso

El licenciamiento orientado al acceso se alinea de manera natural con la misión de las universidades públicas, ya que permite maximizar el impacto social del conocimiento sin comprometer los principios de seguridad jurídica ni la protección de la propiedad intelectual. Asimismo, este enfoque reconoce que la transferencia de tecnología en contextos universitarios y hospitalarios *no siempre busca la producción o comercialización masiva*, sino el fortalecimiento de capacidades institucionales, la mejora de procesos formativos y la reducción de riesgos para los pacientes.

Diversos estudios sobre licenciamiento universitario en el ámbito de las ciencias de la vida muestran que el impacto social de las tecnologías desarrolladas en las universidades depende en gran medida del diseño de las estrategias de licenciamiento y de la orientación de sus oficinas de transferencia. Huang et al. (2021) señalan que incluso en instituciones líderes, como el Instituto Tecnológico de Massachusetts, el licenciamiento por sí solo no garantiza resultados socialmente deseables si no se articula con mecanismos que faciliten la adopción efectiva de la tecnología.

En este sentido, los hospitales públicos y universitarios desempeñan un papel central como instituciones receptoras de tecnología, no solo como usuarias finales, sino como espacios de validación, aprendizaje y retroalimentación continua. La interacción sostenida entre universidades y hospitales permite configurar procesos de transferencia tecnológica bidireccionales, en los que el conocimiento académico se aplica en la práctica clínica y, a su vez, las necesidades reales del entorno de salud retroalimentan la investigación y el desarrollo tecnológico universitario.

Metodología

El presente capítulo se adoptó por el estudio de caso como metodología de investigación, en el ámbito de las ciencias sociales y administrativas, el mismo se reconoce como una estrategia metodológica rigurosa que permite examinar fenómenos contemporáneos en profundidad, especialmente cuando los límites entre el fenómeno estudiado y su contexto no son claramente distinguibles (Rule, 2024).

La literatura reciente destaca que el estudio de caso resulta particularmente adecuado para investigar procesos de innovación, gestión tecnológica y transferencia de tecnología, dado su carácter contextual, relacional y multimétodo (Salmons, 2023), ya que permite capturar su complejidad mediante el uso integrado de diversas fuentes de evidencia, tales como entrevistas semiestructuradas, análisis documental y registros institucionales.

La metodología de estudio de caso ofrece, además, un alto grado de flexibilidad analítica, ya que puede adoptar propósitos exploratorios, descriptivos o explicativos, así como combinar enfoques cualitativos y cuantitativos, lo que contribuye a fortalecer la validez del análisis (Rule, 2024; Salmons, 2023). Por su parte, la validez del estudio de caso no depende del número de casos analizados, sino de la coherencia entre el problema de investigación, los criterios de selección del caso, el uso de múltiples fuentes de información y su articulación con un marco teórico explícito (Canta y Quesada, 2021). En este estudio, el caso seleccionado responde a criterios teóricos y empíricos que permiten analizar de manera significativa las dinámicas de desarrollo y transferencia de tecnología objeto de investigación.

Resultado

Descripción de la tecnología desarrollada

En el ICAT, el grupo académico de Bioinstrumentación tiene como objetivo “*la realización de investigación científica y de desarrollo tecnológico enfocados en impactar en el sector salud a través de proyectos de desarrollo multidisciplinario con un enfoque de medicina traslacional*” (ICAT, 2022). A solicitud del Centro de Perfeccionamiento de Habilidades y Destrezas Médicas de la Dirección de Educación en Salud “CePHaDeM” del Hospital General de México “Eduardo Liceaga” (HGMEL), el grupo de Bioinstrumentación del ICAT desarrolló un sistema para apoyar en la capacitación de los médicos residentes en los procedimientos físicos de Bloqueo del Nervio Trigémino (BNT). En la Figura 1 se muestra la tecnología desarrollada, que consta de un sistema de capacitación de bloqueo del nervio trigémino basada en la simulación empleando realidad virtual y un modelo anatómico electrónico.

Figura 1.

Tecnología del Sistema de Bloqueo del Nervio Trigémino desarrollado



Fuente: propiedad del grupo de Bio-instrumentación del ICAT-UNAM

La ficha técnica del sistema fue presentada por Jiménez et al., (2020), consiste en los siguientes sistemas:

“La tecnología consiste en un maniquí realista de un cráneo humano real realizado por escultura y modelado, y una cara humana hecha en silicones suaves, lavables e hipoalergénicos, con apariencia y consistencia táctil similar a la piel humana, a partir de moldes de yeso de un voluntario. Durante su construcción se cuidaron los detalles precisos anatómicos requeridos en la BNT, mediante asesoría de un especialista médico. El modelo se instrumentó electrónicamente para la detección de contactos entre la aguja y los puntos de interés y zonas aledañas de riesgo, al tiempo que proporcionaba retroalimentación visual sobre sus errores y aciertos. Con el fin de obtener métricas de desempeño, se desarrolló software para registrar los aciertos y errores del practicante y se utilizó un seguidor óptico comercial (Optitrack VT120-Duo) para registrar las trayectorias ejecutadas por los practicantes a fin del análisis posterior de los gestos realizados con la aguja durante el entrenamiento.”

Validación y resultados

Jiménez et al., (2020) también presentaron las siguientes pruebas y resultados preliminares:

Se realizó un curso de alta especialidad con residentes de la Unidad de Servicio de Algología y Clínica del Dolor del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, con 8 residentes participantes con sesiones de realidad virtual (RV) de una hora cada una, tres sesiones por semana durante dos semanas. Todos los residentes realizaron la navegación virtual inmersiva con el casco de RV al menos una vez, durante 20 minutos aproximadamente, mientras recibía las instrucciones del facilitador y los comentarios del resto del grupo. Posteriormente se realizaron sesiones de entrenamiento en BNT con el maniquí, tres por participante, tres días a la semana, tres semanas. Los residentes debían ubicar los puntos de ingreso correctos a través de la piel, palpando con las manos e identificar las líneas base de referencia a través de las estructuras anatómicas del maniquí.

Todo se realizaba bajo la guía e instrucciones del facilitador y terminaban hasta el contacto correcto sobre el punto de interés sobre la rama del trigémino involucrada en la patología y que se evidenció visualmente con un LED en el modelo. Al inicio los residentes llegaron a emplear más de 15 minutos para alcanzar el objetivo con el estilete dentro de la piel y maniobras de avance y retroceso, implicando aumento en la morbilidad. Al final, disminuyeron 70% aproximadamente el tiempo de ejecución y 80% de las reinserciones.

Gestión Tecnológica

La Secretaría de Vinculación y Gestión Tecnológica (SVGT) del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT), entidad académica perteneciente a la Coordinación Científica de la UNAM se encarga de hacer los trabajos necesarios para *“transferir diseminar y compartir a los diferentes sectores de la sociedad el conocimiento científico y tecnológico generado por los diferentes grupos académicos”*. Su Unidad de Estudios Tecnológicos desarrolla los estudios de mercado, financieros, entre otros que sirven de apoyo para las negociaciones pertinentes.

Para la transferencia de tecnología del sistema para apoyar en la capacitación de los médicos residentes del HGMEL en los procedimientos físicos de Bloqueo del Nervio Trigémino (BNT), se realizaron las siguientes actividades de gestión tecnológica: (a) estudios de cienciometría, (b) protección de la propiedad intelectual y (c) estrategia de transferencia y gestión jurídica.

Cienciometría

El procedimiento para el análisis de la información presentada en este trabajo se obtuvo en varias etapas: 1) recopilación de datos; 2) análisis de los datos y 3) visualización de los datos. Se utilizaron diferentes fuentes de información: la base de datos académica Scopus, la base de datos Tesiunam y la base de datos Google Académico. En la base de datos Scopus se hizo la consulta para *“trigeminal-neuralgia”* en el campo: “Article title, Abstract, Keywords”. De la que se obtuvieron 5471 documentos en el período de 2010-2024. Para el análisis de los datos se utilizó Microsoft Excel y el software Biblioshiny for bibliometrix.

En la base de datos Google Académico se hizo la búsqueda de las palabras clave *“nervio trigémino”* *“neuralgia del trigémino”*. De la que se citan y referencian 6 artículos y 1 tesis. En la base de datos Tesiunam se hizo la búsqueda de la palabra clave *“neuralgia”*

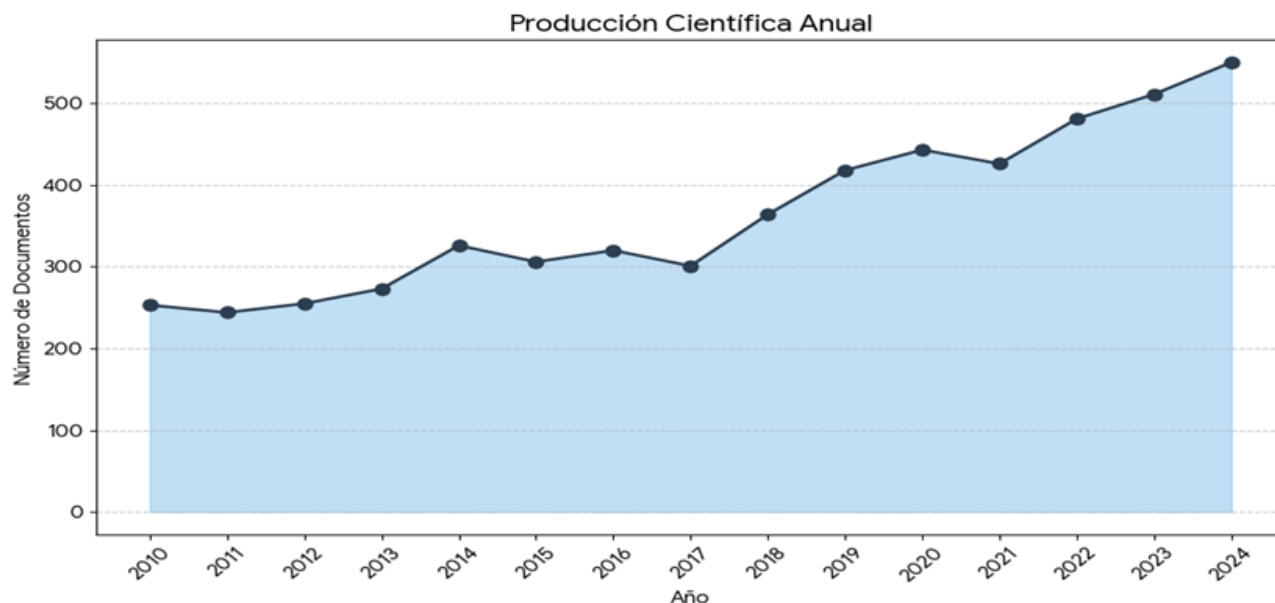
Resultado de la consulta de Scopus, se advierte lo siguiente:

Los trabajos tienen una edad media de 7.9 años, lo que indica que el campo no es nuevo, pero tampoco está estancado. Los trabajos publicados hace 8 años, siguen siendo la base de las citaciones actuales. Con un promedio de citas de 15.4 por documento, se puede decir que la comunidad utiliza activamente los documentos ya publicados, para construir nuevos conocimientos. Se cuentan con 678 revisiones, lo cual apoya el campo de conocimiento al sintetizar los avances para los nuevos investigadores.

Los documentos tienen una colaboración promedio de 9 autores, lo cual indica que el campo es claramente colaborativo.

Figura 2.

Evolución de la producción científica total



Fuente: elaboración propia (2025).

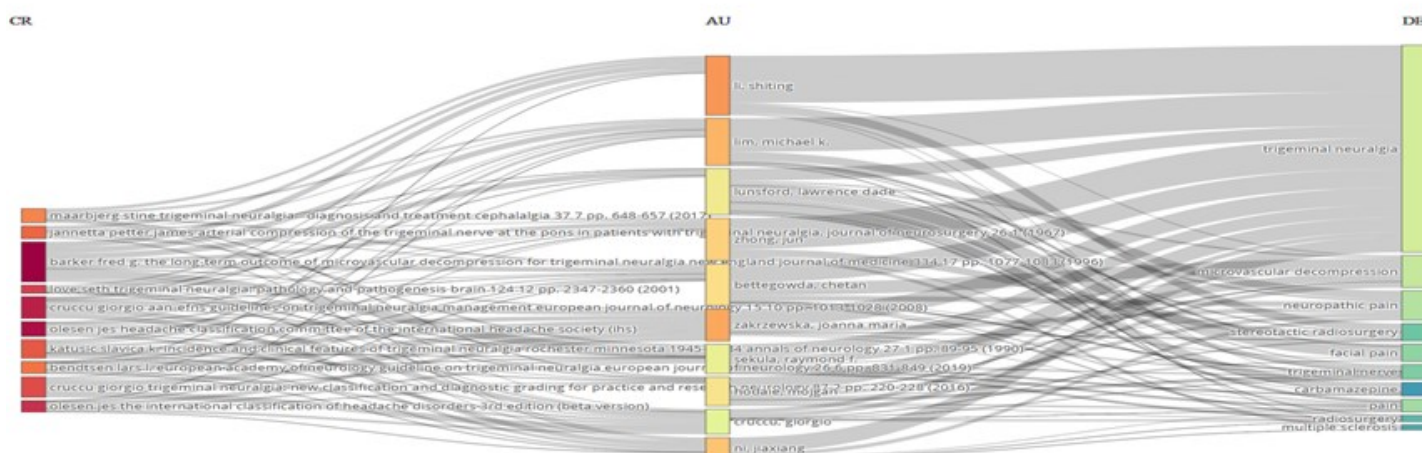
Para el período 2010-2024, la figura 2 muestra una tendencia visiblemente ascendente. La producción ha pasado de 253 documentos en 2010 a 550 en 2024. Lo anterior representa un incremento total del 117% en 14 años. Este comportamiento indica un interés académico y de financiamiento importante.

En el período comprendido entre 2010-2017 la producción fluctuó entre 240 y 320 documentos. Se trata de una etapa de estabilidad y consolidación en donde el tema tenía un crecimiento constante, pero no acelerado. A partir de 2018, se rompe la barrera de los 350 documentos y se observa un incremento casi lineal en la producción. Se observa una caída en 2021, posiblemente fruto del rezago que sufrieron los procesos de revisión y publicación durante la pandemia.

La tasa de crecimiento global para el período (2010-2024) es de 5.7%, lo que significa que el campo de conocimiento es dinámico y se encuentra en expansión. Para un período más reciente, 2018-2024, la tasa de Crecimiento Anual Compuesta (CARG por sus siglas en inglés), es de 7.12%. Se observa en la gráfica que la velocidad de publicación se aceleró notablemente en el período. Lo anterior sugiere que el tema pasó de ser un nicho estable a una tendencia prioritaria en la agenda de investigación actual.

Figura 3.

Estructura intelectual del campo de conocimiento



Fuente: elaboración propia (2025).

La figura 3 representa el Diagrama de Sankey, que revela la estructura intelectual de la investigación, que conecta tres pilares de la investigación: las Referencias Citadas (CR), los Autores (AU) y las Palabras Clave de Autor (DE).

La columna de Referencias Citadas muestra las referencias clásicas y guías clínicas fundamentales:

- Cruccu, Giorgio: Aparece de forma recurrente con varios trabajos, destacando su publicación en el *New England Journal of Medicine* (2020) y las guías de la EAN/EFNS. Es el referente principal para diagnóstico y clasificación.
- Barker, Fred G. (1996): Su estudio sobre los resultados a largo plazo de la descompresión microvascular en el *NEJM* sigue siendo el estándar de oro quirúrgico que todos citan.
- Bendtsen, Lars: Sus publicaciones en *Lancet Neurology* (2020) y las guías europeas de neurología (2019) son pilares para el manejo clínico actual.

La columna de en medio presenta a los autores líderes (AU):

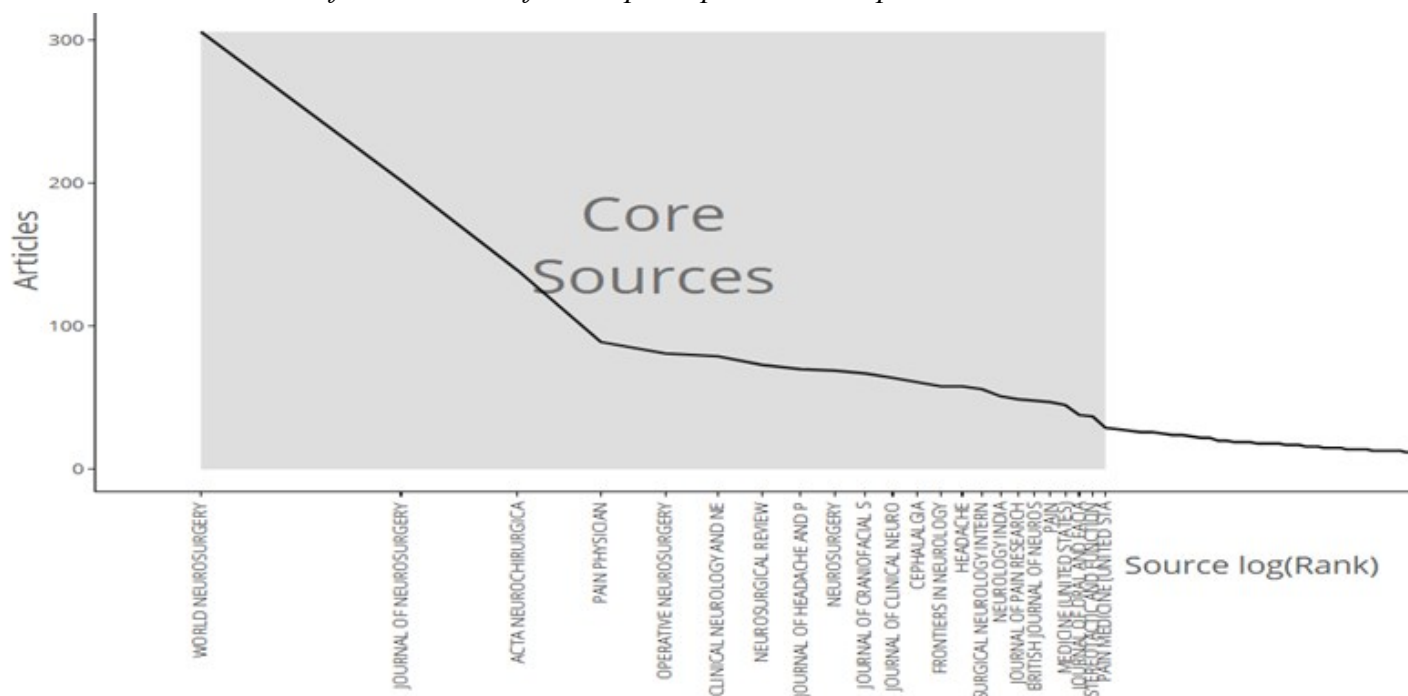
- Li, Shiting y Lim, Michael K.: Son los nodos más prominentes, con un flujo masivo de citas hacia el tema central.
- Lunsford, Lawrence Dade: vinculado a la radiocirugía estereotáctica, se vincula a tratamientos no invasivos.
- Zakrzewska, Joanna María, conecta las bases fisiopatológicas con el tratamiento clínico.

Finalmente, la columna derecha, presenta los focos temáticos:

- Trigeminal Neuralgia: nodo dominante que aglutina casi toda la actividad.
- Microvascular Decompression: técnica quirúrgica con mayor volumen de investigación asociada.
- Neuropathic Pain & Stereotactic Radiosurgery: áreas de mayor especialización técnica y farmacológica.
- Multiple Sclerosis: conexión temática, indicando que gran parte de la investigación se centra en la neuralgia secundaria a esta condición.

Figura 5.

Identificación de las fuentes principales del campo de conocimiento



Fuente: elaboración propia (2025).

Las principales fuentes de información en donde se está socializando el conocimiento son: World Neurosurgery, Journal of Neurosurgery y Acta Neurochirurgica con más de 100 documentos en el período. De acuerdo con la Ley de Bradford, estas tres revistas constituyen el núcleo duro de la producción científica en este campo: **World Neurosurgery**: Es la revista con mayor volumen de publicaciones. Su enfoque incluye radiología e imágenes por resonancia magnética aplicadas a la cirugía. **Journal of Neurosurgery**, es una de las revistas más prestigiosas. Es la fuente donde se publicaron estudios clásicos, como el de Barker (1996) sobre descompresión microvascular. **Acta Neurochirurgica**, tiene un enfoque muy marcado en técnicas de descompresión y radiocirugía.

Otras revistas relevantes y especializadas en dolor son:

- Pain Physician. Revista donde se publican estudios sobre el manejo intervencionista del dolor.
- Cephalalgia, es la revista oficial de la Sociedad Internacional de Cefaleas y es crucial para temas de clasificación diagnóstica.

Los investigadores que están definiendo el rumbo actual sobre la neuralgia del trigémino son:

- Li, Shiting (50 documentos) el autor con el mayor volumen de producción. Su trabajo se encuentra en las técnicas quirúrgicas y nuevos protocolos (ResearchGate, 2025).
- Joanna Maria Zakrzewska (45 documentos) su trabajo se encuentra en la patología. Su enfoque integra el manejo del dolor facial, ensayos clínicos y la creación de guías internacionales.
- Michael K. Lim (44 documentos) es especialista en neurocirugía con un enfoque en tumores cerebrales y neuralgia del trigémino.
- L. Dade Lunsford (34 documentos) pionero en el uso de Gamma Knife en EE. UU. Su investigación se centra en la radiocirugía de imagen guiada para trastornos vasculares y dolor facial.

Con los 3,356 documentos obtenidos en Scopus, se realizó un análisis bibliométrico. en el que se observa una tendencia creciente en el número de documentos publicados anualmente para el campo de estudio, lo que demuestra el interés del tema en la comunidad académica.

Estados Unidos de América, es el país con el mayor número de publicaciones y la Shanghai Jiao Tong University School of Medicine en China, es la institución con el mayor número de documentos publicados. Medicina y Neurociencias son las áreas en las que se ha publicado cerca del 80% de los documentos. De la revisión de los documentos hemos identificado cuatro áreas en las que se está abordando el estudio de la NT: 1) Anatomía del nervio, 2) Aspectos clínicos y morfológicos, 3) Tratamientos, Modelos y 4) Visualizaciones durante los procesos quirúrgicos.

Clínica del Dolor del Hospital General de México ha tratado 416 casos desde enero de 1990 a diciembre de 1999 (Kassian et al., 2004), el dato más reciente recuperado en la literatura disponible. Sin embargo, se tiene en proceso una solicitud de información en la Plataforma Nacional de Transparencia para conocer la incidencia total a partir del año 2000. Se estima que en las últimas dos décadas se han tratado más de dos mil casos; entre cincuenta y cien casos por mes.

Propiedad intelectual

La Unidad de Propiedad Intelectual de la SVGT obtuvo el *Título de Registro de Diseño Industrial No. 71084, “Modelo industrial de un modelo anatómico electrónico para la enseñanza de procedimientos neurológicos de bloqueo del nervio Trigémino”, fecha 18 octubre 2022.*

Estrategia de gestión

La relación entre el HGMEL y el ICAT inició en 2012 con la firma de un Convenio Específico de Colaboración, cuyo objeto fue el establecimiento de una Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UIDT) para el desarrollo de investigación y de nuevas tecnologías alrededor de nuevos materiales, dispositivos, equipos, software, procedimientos de diagnóstico, procedimientos terapéuticos y de apoyo para la práctica profesional y la enseñanza clínica relacionados con enfermedades de interés para el hospital que afecten la salud del pueblo mexicano. En 2014, se firmó el primer Convenio Modificatorio, para extender su vigencia hasta 2016. En 2016 se firmó el Segundo Convenio Modificatorio para prorrogar su vigencia por 3 (tres) años, hasta febrero de 2019, año en el que se firmó un Convenio de prórroga para extender la vigencia hasta febrero de 2024. A lo largo de estos años diversos grupos académicos del ICAT trabajaron proyectos de investigación protocolizados con responsables médicos de los servicios de ortopedia, urología, neurología, nutrición y capacitación, entre otros.

La relación entre investigadores y académicos del ICAT con los médicos del Hospital tiene una historia de más de catorce (14) años de trabajos conjuntos. Uno de los grupos más activos que ha trabajado a lo largo de este tiempo en forma permanente, es el grupo de Bioinstrumentación, el cual ha desarrollado diversos sistemas de capacitación y simulación para la Coordinación del Centro de Perfeccionamiento de Habilidades y Destrezas Médicas de la Dirección de Educación en Salud y Capacitación en Salud del Hospital. La tecnología de capacitación de bloqueo del nervio trigémino basada en la simulación empleando realidad virtual y un modelo anatómico electrónico objeto de este trabajo, es parte de estos trabajos.

Resultados

Una vez que el ICAT desarrolló y protegió intelectualmente la tecnología, para ponerla a completa disposición del Hospital, para su uso en la capacitación de los médicos residentes de algología y neurocirugía, fue necesario llevar a cabo la firma de un Convenio de Licenciamiento bien estructurado para dar a las partes total certeza jurídica; garantizando que las partes pudieran conocer, entender y prever los efectos legales de las normas y de los actos jurídicos, y confiar en que éstos serán aplicados de manera estable y no arbitraria.

Convenios de Licenciamiento

Así, en el marco general de la relación entre las partes, el 27 de enero de 2025, la UNAM a través del ICAT firmaron un Convenio de Colaboración para el desarrollo del proyecto diseño, instalación e implementación de un *Laboratorio de Investigación y desarrollo de Simuladores Clínicos (LSC)* para promover el desarrollo de nuevos modelos y metodologías enfocadas en el entrenamiento y procedimientos médicos que fortalezcan la capacitación entre alumnos de pregrado, posgrado, investigadores y docentes, así como el personal de los diferentes servicios del Hospital.

Como parte de las tecnologías de entrenamiento médico que formarán este *LSC*, en enero de 2026 se está realizando la gestión de firma de un Convenio de Licenciamiento específico para que la UNAM otorgue al Hospital General de México "Eduardo Liceaga", una licencia gratuita, no exclusiva y no sub licenciable del desarrollo tecnológico denominado "Simuladores y Modelos para diversos procedimientos", dentro de los cuales se encuentra la tecnología del Sistema de capacitación del Bloqueo del Nervio Trigémino.

Conclusiones

El desarrollo del simulador virtual y el modelo anatómico electrónico ha demostrado ser una herramienta fundamental para la capacitación de médicos residentes en el procedimiento de Bloqueo del Nervio Trigémino (BNT). Los resultados de la validación clínica evidencian una mejora drástica en el desempeño de los practicantes, logrando una reducción del 70% en el tiempo de ejecución y del 80% en la necesidad de reinserciones de la aguja. Estos indicadores son cruciales, ya que permiten desplazar la curva de aprendizaje de pacientes reales a entornos controlados, reduciendo significativamente los riesgos y la morbilidad asociada al procedimiento.

La intervención sistémica de la Secretaría de Vinculación y Gestión Tecnológica (SVGT) del ICAT-UNAM fue determinante para el éxito del proyecto. El uso de herramientas de gestión como la cienciometría, el costeo, la valuación y la protección de la propiedad intelectual (ejemplificada en el Registro de Diseño Industrial No. 71084) proporcionó el marco de certeza jurídica y viabilidad económica necesario para formalizar la transferencia.

El caso analizado reafirma que el licenciamiento universitario en el sector salud trasciende la lógica comercial. Al orientarse hacia una institución de salud pública como el Hospital General de México "Eduardo Liceaga", la UNAM cumple con su misión de innovación social, priorizando el fortalecimiento de capacidades institucionales y el alivio del dolor crónico en la población por encima de los retornos económicos.

La relación de más de 14 años entre el ICAT y el HGMEL demuestra que la colaboración sostenida entre la academia y el sector salud es vital para la medicina traslacional. Este ecosistema permite que las necesidades clínicas reales retroalimenten el desarrollo tecnológico, asegurando que las soluciones propuestas sean pertinentes, seguras y funcionalmente adoptadas por el entorno clínico real.

Agradecemos el apoyo recibido para el ICAT, de parte de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México en el **Convenio de Asignación de Recursos SECTEI/087/2023**, cubriendo parte del desarrollo de la tecnología presentada en este artículo.

Referencias

- Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: una herramienta de R para el análisis exhaustivo de mapeo científico. *Journal of Informetrics*. 11(4), pp 959-975. Elsevier.
- Canta Honores, J. L., y Quesada Llanto, J. (2021). El uso del enfoque del estudio de caso: Una revisión de la literatura. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(19). <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i19.236>
- Guerrero Gaitán, M. (2021). Licensing as a central structure of technology transfer agreements. *GRUR International*, 70(5), pp. 427–439. <https://doi.org/10.1093/grurint/ikab032>
- Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). (2018). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition. *Cephalalgia*, 38(1), 1–211. DOI: [10.1177/0333102417738202](https://doi.org/10.1177/0333102417738202)
- Hernández Fernández, F. (2022). Technology transfer in the health sector: Between voluntary licenses and competition. In *Geopolitical risks and geoeconomics in international economic law* (pp. 339–360). Springer.
- Huang, S., Siah, K. W., Vasileva, D., Chen, S., Nelsen, L., & Lo, A. W. (2021). Life sciences intellectual property licensing at the Massachusetts Institute of Technology. *Nature Biotechnology*, 39, 279–286. <https://doi.org/10.1038/s41587-021-00843-5>
- Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, UNAM. (s.f.). *Página oficial*. <https://www.icat.unam.mx/>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2019). *COM. 279 Realizan en el IMSS tres tipos de cirugía para curar neuralgia del trigémino*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/imss/prensa/com-279-realizan-en-el-imss-tres-tipos-de-cirugia-para-curar-neuralgia-del-trigeminio>
- Jiménez, O. M., Teodoro, S. V., Vidal, F. L. M., Domínguez, V. C. F., Pérez, L. J. S., Capurso, G. M., y Padilla, C. M. A. (2020). *Propuesta de una estrategia de capacitación de bloqueo del nervio trigémino basada en la simulación empleando realidad virtual y un modelo anatómico electrónico*. Cuarto Encuentro Internacional de Simulación Clínica SIMex 2020, 1–5.
- Kassian-Rank, A., Godínez-Cubillo, N., & Ramírez-Bermejo, A. (2004). Frecuencia de la neuralgia del trigémino en el Hospital General de México. *Imbiomed*. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=21998>

- Pérez-Cajaraville, J., Aseguinolaza Pagola, M., Molina Tresaco, P., Arranz Duran, J., & Abejón González, D. (2013). Neuralgia del trigémino: radiofrecuencia ganglio de Gasser. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 20(2). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462013000200007#t
- ResearchGate. (febrero de 2025). *Shiting Li's research while affiliated with Air Force Medical University and other places*. <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Shiting-Li-57023498>
- Rule, P. (2024). Introduction: Case study research in the social sciences. En P. Rule (Ed.), *Handbook of case study research in the social sciences*. Edward Elgar Publishing.
- Salmons, J. (2023). *Designing research with case study methods*. Sage Research Methods Community. <https://researchmethodscommunity.sagepub.com/blog/designing-research-with-case-study-methods>
- Suárez, A., & Murray, Z. (2022). IP licensing in global technology transfer. *Journal of International Commercial Law and Technology*, 3(1), 5–7.