

ÓPTICA



LENTES MÁS NÍTIDAS

Una empresa estadounidense lanza al mercado mundial un sistema creado en la Universidad de Campinas que mejora el desempeño de los microscopios con nivel de resolución atómica

Suzel Tunes

Con sede en Chicago, Estados Unidos, la empresa RHK Technology, que se especializa en la fabricación de microscopios de efecto túnel, destinados a la obtención de imágenes atómicas, aprovechó la conferencia de la American Physical Society, celebrada en marzo de este año en ese país, para lanzar al mercado mundial un nuevo microscopio dotado de un sistema que permite captar señales de luminiscencia. Este dispositivo capta la luz dentro del microscopio con una eficiencia más de tres veces superior a la de los modelos anteriores. Lo curioso es que esta innovación no fue diseñada en los laboratorios de la compañía, sino a unos 8.300 kilómetros de distancia, en el Instituto de Física Gleb Wataghin, de la Universidad de Campinas (IFGW-Unicamp), en Brasil.

El desarrollo del sistema estuvo a cargo del físico Luiz Fernando Zagonel, docente del IFGW, en colaboración con los investigadores Ricardo Javier Peña Román e Yves Maia Auad, ambos realizando sus respectivos doctorados en la Unicamp y en la Universidad París-Saclay, en Francia. Por la innovación, cuya licencia ya ha sido negociada, y con el producto lanzado al mercado, el equipo se hizo acreedor este año al Premio Inventores que concede la Unicamp, en la categoría Tecnología Asimilada por el Mercado.

“Esta nueva tecnología añadió una capacidad crucial para una parte de nuestros clientes, que consiste en estudiar la emisión de luz de la muestra y sus características electrónicas y topográficas”, le dijo Adam Kollin, fundador y presidente de RHK Technology a *Pesquisa FAPESP*. “La función pudo incorporarse a un producto nuestro ya existente con un nivel de modificación sencillo, lo que hizo muy fácil ofrecérselo a la comunidad científica”. El nuevo dispositivo salió al mercado con la marca PanScan Lumin-SLT.

El proyecto, financiado por la FAPESP a través del Programa Joven Investigador, surgió de una necesidad identificada por Zagonel cuando este cumplía una pasantía de investigación posdoctoral en la Universidad de París-Sur (ahora llamada

París-Saclay), entre 2008 y 2010. Por entonces, él estaba estudiando nanohilos semiconductores y se le dificultaba encontrar un microscopio que cubriera los requerimientos de su investigación. En contacto con varias empresas del segmento, recibió ofertas de dispositivos con capacidad de captación de luz limitada a una pequeña fracción de la luminosidad emitida por la muestra, del 2 % al 5 %, algo que lo dejó insatisfecho como cliente e incitado como científico.

A partir de ahí, transformó su necesidad en un reto tecnológico. “Durante los dos años que pasé en Francia, identifiqué y resolví varios problemas. Publicamos artículos y depositamos solicitudes de patentes”, recuerda el investigador. En 2015, ya de regreso en Brasil, el proyecto de investigación aprobado por la FAPESP dio como resultado la creación de un dispositivo con capacidad de captación de luz de hasta un 72 %. El sistema



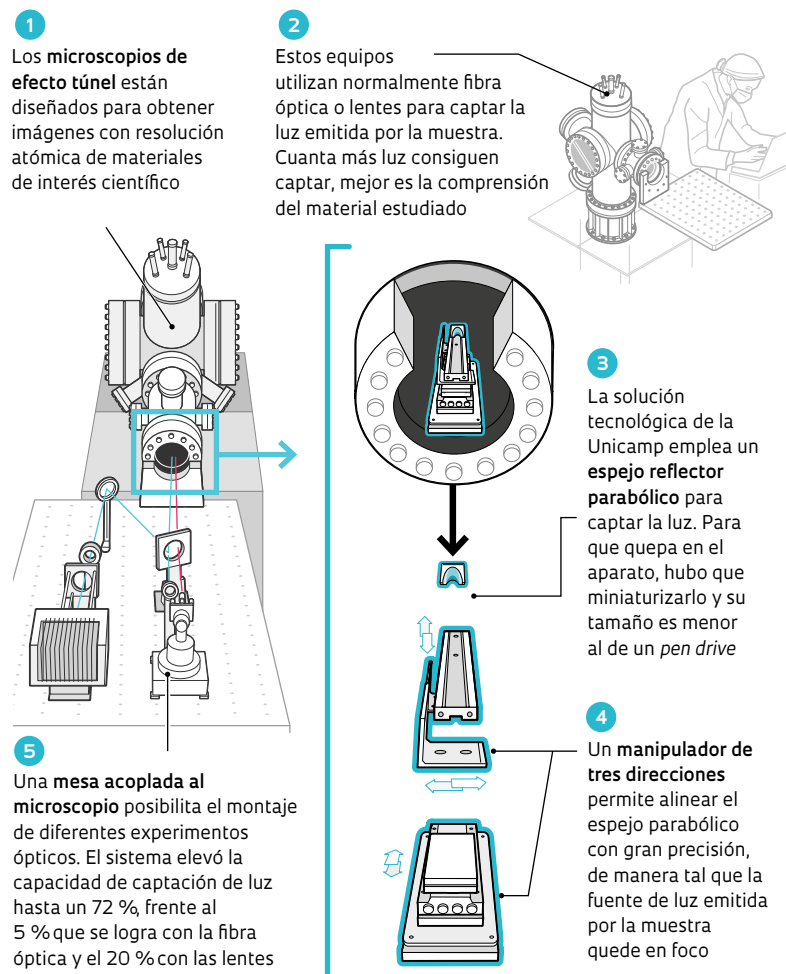
El microscopio de efecto túnel del IFGW de la Unicamp (a la izq.) y detalle de su cámara de ultravacío (en la página de al lado)

consta de tres componentes: una pequeña mesa óptica que se conecta a un microscopio de efecto túnel, un manipulador que puede desplazarse en tres direcciones, y un espejo parabólico.

Para tener una idea más clara de lo que significan estos porcentajes hay que entender cómo funciona un microscopio de efecto túnel, conocido por sus siglas en inglés STM (*Scanning Tunneling Microscope*). Para poder obtener imágenes con resolución atómica, estos aparatos aprovechan el fenómeno cuántico de la corriente de tunelización, que permite el paso de una corriente de electrones entre dos superficies extremadamente cercanas, dispuestas a una distancia del orden de 1 nanómetro, una milmillonésima parte de un metro. En esas situaciones, se produce un desplazamiento de electrones entre la punta metálica del dispositivo y la muestra observada, generando una transferencia de energía hacia la muestra, que emite luz al ser captada por el microscopio.

CÓMO FUNCIONA EL DISPOSITIVO

El sistema aumenta la eficiencia de la recolección de luz de la muestra en el interior del microscopio



FUENTE LUIZ FERNANDO ZAGONEL

“El problema, por lo tanto, radica en cómo analizar y registrar la luz emitida en forma compatible con un STM dispuesto en un ambiente de ultravacío que pueda operar a bajas temperaturas, el equipo para el cual está pensado el dispositivo”, explica Zagonel. Para aclarar este desafío el investigador recurre a una comparación. “Imaginem el faro de un automóvil. Hay una fuente luminosa y un reflector que procura captar gran parte de la luz generada y enfocarla hacia adelante. Sin el reflector, la luz se dispersaría en todas direcciones sin iluminar la carretera en forma adecuada. En el interior del microscopio sucede lo mismo. Hay una fuente de luz muy débil, que es la muestra. Necesitamos contar con una manera de captar la mayor cantidad de luz posible y dirigirla hacia adelante para poder registrarla”.

Entre los equipos disponibles hasta ahora en el mercado, explica el físico, los más empleados estaban dotados solamente de fibras ópticas o de lentes, y por eso captaban un pequeño porcentaje de la luz emitida por la muestra. El dispositivo ideado por los científicos de la Unicamp echa mano de otro recurso para lograr su objetivo: un espejo reflector parabólico en miniatura. Al obtener un mejor rendimiento en la recolección de luz, pueden obtenerse más detalles de la luz emitida por el objeto que se examina, lo que permite realizar investigaciones más exhaustivas y con mayor abundancia de detalles sobre materiales de interés científico e importancia económica, tales como semiconductores, nanoestructuras metálicas y otros materiales nanoestructurados.

“Nos planteamos como meta una nueva solución tecnológica. Los sistemas convencionales, con fibra óptica, son de baja eficiencia, de hasta un 5 %. Con el uso de lentes, la eficiencia puede incrementarse hasta valores de entre un 10 % y un 20 %, que sigue siendo poco. Para superar la barrera del 50 % es necesario utilizar reflectores parabólicos o elipsoidales. La eficacia de la recolección de luz es más alta, pero la alineación del espejo es un problema difícil de resolver”, explica Zagonel. “Nuestra estrategia consistió en asociar el espejo reflector parabólico con el manipulador de tres ejes de alta precisión. Este conjunto permite alinear el espejo para que realmente funcione”.

Actualmente, merced a una nueva ayuda de la FAPESP, el profesor de la Unicamp está utilizando su invención para el estudio de materiales con potencial para la fabricación de diodos emisores de luz (ledes) y células solares inorgánicas de perovskita (*lea en Pesquisa FAPESP, edición n° 260*). “Debemos resolver con urgencia los problemas relativos a la generación de energía renovable”,

dice Zagonel. “Y nuestro dispositivo es capaz de contribuir para lograr una mejor comprensión de la estructura de materiales que podrían ser claves en nuevas tecnologías del área.”

DE LA PATENTE A LA GÓNDOLA

Este ha sido el primer contrato de licencia de una tecnología que concede a la Unicamp el 100 % de la titularidad como licenciataria, es decir, como propietario de los derechos de la patente. “En los otros contratos siempre compartíamos la titularidad con alguna empresa asociada”, explica Iara Silva Ferreira, directora de Colaboraciones de la Agencia de Innovación Inova, de la Unicamp. El camino hasta la comercialización fue sorprendentemente rápido. En julio de 2020 se hizo el depósito de la patente de invención y, en diciembre de 2021, la Unicamp estaba firmando el contrato de transferencia de la tecnología a RHK.

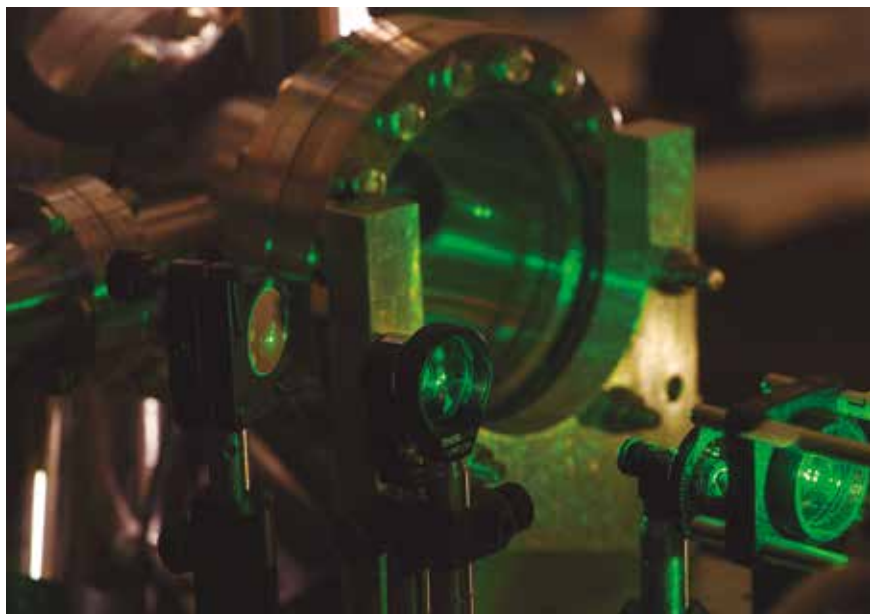
Para Silva Ferreira, hubo dos factores fundamentales que agilizaron el proceso: la proactividad del investigador en la búsqueda de socios comerciales y el nivel de desarrollo de la tecnología. “El profesor Zagonel identificó una demanda técnica insatisfecha y no se limitó a depositar la patente. Asimismo, el nivel de madurez de la tecnología, que en el sector de la innovación se conoce por sus siglas en inglés TRL [*Technology Readiness Level*], agilizó su comercialización”.

Según la directora de Inova, mientras que la mayoría de los proyectos desarrollados en la universidad alcanzan el TRL 3, en una escala que va del 1 al 9, el dispositivo diseñado en el IFGW llegaba a 5, lo que permitió su rápida absorción por RHK. Cuanto más alto es el valor en la escala TRL, más próxima al mercado se encuentra la tecnología.

“El alto TRL de nuestro invento estuvo dado, entre otros factores, por el hecho de que desde un primer momento habíamos pensado en transferir la tecnología a alguna empresa interesada”, dice el investigador de la Unicamp. “Además, nuestro sistema incorpora detalles importantes, como los protocolos de alineación, y había sido probado y verificado por publicaciones”.

Según relata Zagonel, a lo largo del desarrollo del dispositivo se contactó con varias empresas del sector. RHK fue receptiva a las ideas de innovación y le vendió al Grupo de Investigaciones Fotovoltaicas del Departamento de Física Aplicada del IFGW un microscopio ya adaptado para acoplarle el invento. El dispositivo, incorporado al Programa de Equipos Multiusuarios (EMU) de la FAPESP, ahora se encuentra a disposición de otros grupos de investigación.

“Cuando nuestro proyecto empezó a dar resultados y se publicaron los primeros artículos, iniciamos las conversaciones para la transferencia de la tecnología. Inova acompañó y medió en la



Ventana trasera de la cámara utilizada para dejar paso a la luz que se desea recoger

relación en todas las etapas del proceso, desde la fase previa a los primeros resultados y hasta ahora”, subraya Zagonel.

“El respaldo de una agencia de innovación es esencial para sacar al mercado las tecnologías desarrolladas en el ámbito académico”, dice Luciana Hashiba, del Centro de Innovación de la Escuela de Administración de Empresas de São Paulo de la Fundación Getulio Vargas (FGVIn). “La existencia de un centro de innovación tecnológica en la institución de investigación permite que, en el transcurso del proyecto, el investigador ya pueda enfocarse en el mercado”, enfatiza Hashiba, quien es miembro de la Coordinación Adjunta de la Dirección Científica de la FAPESP. “Esto puede marcar enormemente la diferencia a la hora de transferir la tecnología a una empresa interesada”.

Ahora, en RHK se están planificando los pasos por seguirse para impulsar las ventas del nuevo dispositivo. “Tan pronto como hayamos terminado de elaborar la literatura de *marketing*, comenzaremos a promocionar el microscopio con más ímpetu”, anuncia Kollin, el presidente de la empresa. “También programaremos un webinar técnico con el profesor Zagonel para ofrecer una sólida explicación científica del sistema”. ■

Proyectos

1. Heteroestructuras en nanohilos semiconductores. Emisores de luz nanométricos estudiados por microscopía de efecto túnel (nº 14/23399-9); **Modalidad** Joven Investigador; **Investigador responsable** Luiz Fernando Zagonel (Unicamp); **Inversión** R\$ 617.335,61.
2. Materiales ópticamente activos estudiados por microscopía de efecto túnel (nº 21/06893-3); **Modalidad** Joven Investigador; **Investigador responsable** Luiz Fernando Zagonel (Unicamp); **Inversión** R\$ 1.010.676,95.

Los artículos científicos consultados para la elaboración de este reportaje figuran en una lista en la versión *online* de esta revista.