

# DE CIENCIA DE FRONTERA A SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

## Entrevista con la doctora Leticia Torres Guerra

María Josefa Santos Corral\*

**¿Se puede hacer ciencia de frontera, formar equipos de trabajo de alta especialización y a la vez diseñar tecnología que incremente la competitividad de las empresas y propicie el desarrollo regional?** A lo largo de esta entrevista, la Dra. Torres nos muestra cómo la vinculación entre estas tres pistas posibilita la consolidación del investigador, de los recursos humanos que forma y favorece el desarrollo económico de la región.

57

La doctora Leticia Torres Guerra es originaria de Monterrey, Nuevo León, tiene una licenciatura en Química Industrial por la UANL y un doctorado en Materiales Cerámicos Avanzados por la Facultad de Química de la Universidad de Aberdeen, Escocia, donde también realizó varias estancias posdoctorales. Durante más de 30 años se ha dedicado a la investigación científica del desarrollo de nuevos materiales avanzados. A esta formación, la doctora Torres agrega su experiencia académica administrativa, donde destaca el haber sido directora adjunta de Desarrollo Científico del Conacyt y fundadora del Centro de Investigación de Desarrollo de Materiales Cerámicos (Cidemac), así como el conocimiento que ha adquirido a partir de su trabajo en vinculación y transferencia de conocimiento que se refleja en la coordinación de 27 proyectos de innovación y desarrollo tecnológico y en las cinco patentes en las que ha participado. Todo ello le ha valido 64 premios y reconocimientos nacionales e internacionales, entre ellos el Premio Nacional de Ciencias en el campo de Tecnología, Innovación y Diseño en 2018. Actualmente es jefa del Departamento de Ecomateriales y Energía en el Instituto de Ingeniería Civil de la UANL.



\* Universidad Nacional Autónoma de México.  
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx

### ¿Cómo inicia su carrera de investigación?

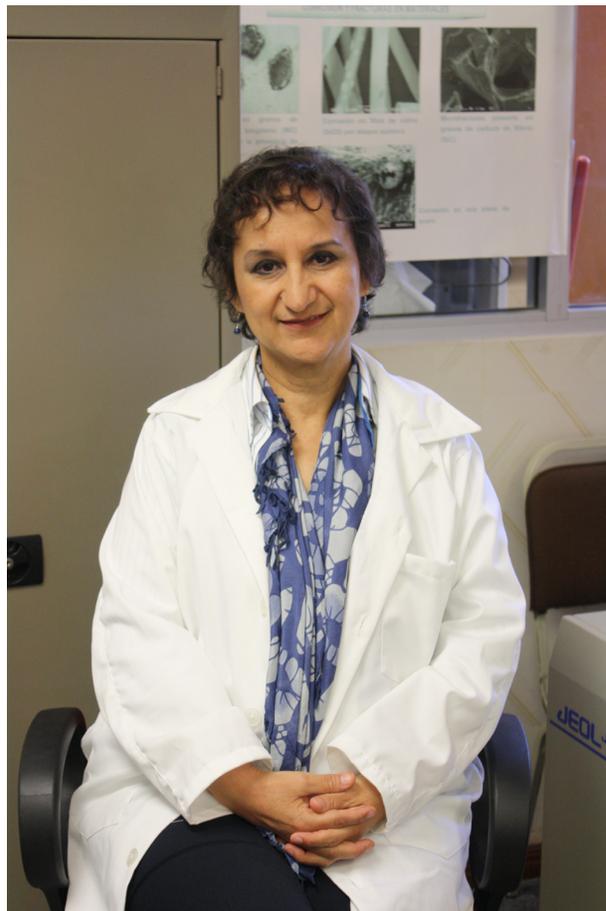
Descubrí mi vocación por la investigación desde la secundaria; tenía mucho interés y facilidad en las áreas duras de física, matemáticas y químicas, ¡me encantaban!, le entendía o, si no entendía, quería entenderlas. Ya en la prepa, pensé que quería ser licenciada en físico-matemáticas, pero ahí empecé a ver la química con otra óptica, me gustó y vi que había diferentes tipos de químicas como la inorgánica, con la que me enganché.

Mi interés era cognitivo, me visualizaba siempre estudiando, llenando los huecos que surgían cada vez que conocía algo nuevo o profundizaba en un tema. Al terminar la carrera en química, comencé a dar clases en la UANL, siempre pensando en continuar con mis estudios y hacer un doctorado. Mi oportunidad se presentó cuando se ofreció un curso intensivo de seis semanas en cristalografía de materiales sólidos inorgánicos en la UNAM, al que, después de vencer varios obstáculos, pude asistir.

El curso, impartido por un profesor de la Universidad de Aberdeen, en Escocia, era uno en el que se hacía mucha investigación y había sólo una hora de clase a la semana. Encontrarme con la investigación incrementó mi interés en seguir estudiando y me propuse hacer un doctorado en la Universidad de Aberdeen. Después de algunas trabas, finalmente aceptaron mi ingreso directo al programa de doctorado, a pesar de no contar con una maestría, porque les informé que había ganado la distinción del título honorífico en la licenciatura. Lo siguiente fue conseguir recursos y organizar mi traslado, lo conseguí en 1981, cuando partí a Aberdeen, Escocia, con una beca de Conacyt para hacer el doctorado. Tres años más tarde, a la edad de 29 años, y contra todos los pronósticos de mis profesores ingleses que decían que sólo los propios ingleses podían terminar en tiempo, regresé a la Facultad de Química de la UANL con un doctorado, cinco artículos publicados en revistas indizadas y un pequeñito que recientemente me ha convertido en abuela.

Al llegar a la facultad, lo primero que necesitaba, como toda investigadora experimental, era un laboratorio que la UANL de mediados de los ochenta no podía proveerme, tampoco me permitían solicitar financiamientos en Conacyt; les interesaba más que siguiera “ofreciendo cursos frente a grupo” de la manera tradicional. Lo que sí me animaron fue a vincularme con una empresa de cerámica de la región para resolver problemas puntuales, aunque, sin equipo, se podía hacer muy poco; “ve y vende tus conocimientos”, me decían los directores de aquella época.

En 1986 me enteré de la existencia del SNI por el comentario de una colega de la UNAM y solicité mi ingreso como candidata, con ello la necesidad de contar con un laboratorio se hizo más apremiante, pues sin publicaciones no podría mantener la beca del sistema. Como no tenía laboratorio viajé en varias ocasiones a la Universidad de Aberdeen, donde realicé estancias posdoctorales. Nunca iba sola, llevaba a mis alumnos consiguiendo para ello fondos de aquí y de allá. Al mismo tiempo desarrollé otras estrategias: investigaciones conjuntas con colegas que tenían laboratorios, trabajos con la industria que a veces no eran muy bien vistos por académicos y, cuando se fueron los directivos que lo impedían, elaboré proyectos para someter a Conacyt y conseguir recursos para equipo, gracias a eso pude seguir en las tres pistas que estaba trabajando desde mi regreso de Escocia: realizar investigación de calidad, formar recursos humanos a partir del diseño e implementación de un posgrado sólido y resolver problemas tecnológicos de las industrias de la región, basada en la investigación científica.



### ¿Cuáles han sido los temas más importantes de sus investigaciones hasta llegar a materiales multifuncionales y procesos fotoinducidos?

Mi línea prioritaria es el desarrollo de diagramas de fases, es decir, determinar los equilibrios termodinámicos de las reacciones químicas en estado sólido para sintetizar nuevos materiales inorgánicos avanzados. Es muy complejo, hay colegas que hacen diagramas de fases teóricos, pero yo, como química experimental, los hago a través de la experimentación. Mi tránsito de las investigaciones de síntesis de nuevos materiales cerámicos avanzados a explorar su aplicación en la producción de combustibles limpios y sustentables de base solar, así como en los procesos avanzados de descontaminación de aguas, aire y suelos, fue muy natural, ya que las caracterizaciones de los materiales eran muy completas e integrales.

Somos expertos en la elucidación de estructuras cristalinas, electrónicas, propiedades ópticas, eléctricas, morfológicas y electroquímicas, entre otras. Lo anterior nos permitió relacionarlas con las propiedades foto(electro) catalíticas, y así fue posible enfocarnos en el desarrollo de nuevos materiales con propiedades semiconductoras que presenten combinaciones favorables de estructura electrónica y propiedades de absorción de la luz, en adición de propiedades adecuadas de adsorción de especies para alcanzar altas eficiencias fotocatalíticas tanto en la reacción de descomposición del agua para la producción de hidrógeno, como en la degradación de compuestos orgánicos y la reducción de  $\text{CO}_2$ .

El grupo de investigación que lidero actualmente es uno de los pocos que seleccionan materiales basándose en el análisis exhaustivo de diversos parámetros para establecer relaciones estructurales de semiconductores en relación con su desempeño en procesos fotoinducidos, con el propósito de mejorar la eficiencia de los materiales en estos procesos.

Los procesos fotoinducidos son muy prometedores y efectivos en el campo de tecnologías verdes. Hace 25 años eran escasas las publicaciones de este tipo, es decir, el de correlacionar de manera integral todas sus propiedades con la eficiencia de los procesos. Era un tema que no había sido tan explorado bajo este enfoque. Y dada la relevancia y originalidad de desarrollar nuevos óxidos cerámicos complejos, para aplicarlos en diversos procesos fotoinducidos (conversión del dióxido de carbono y agua) y así *a)* producir combustibles limpios de bajo y nulo contenido de carbono (por ejemplo, metanol e hidrógeno, respectivamente), y *b)* la limpieza del agua y aire, con lo que ha

sido posible formar recursos humanos de posgrado muy exitosos y publicar artículos de alto impacto, entre otros.

La importancia de esta investigación es el desarrollo de métodos eficientes para obtener energía de fuentes renovables que coadyuvarían a resolver, o por lo menos minimizar, los efectos negativos del cambio climático y de la escasez de los combustibles renovables en un futuro muy próximo.

### ¿Cuáles son sus fuentes de conocimiento?

En principio, como buena científica, recurro a la bibliografía. Los artículos científicos de casas editoriales como Elsevier y Springer para el área de ciencia, y a las patentes para la tecnología. Esto me ofrece un primer acercamiento a lo que se está haciendo en el tema de investigación. Sin embargo, tengo otras fuentes de conocimiento valiosas como los técnicos que están frente a los procesos de las empresas de la región, de los que aprendes un montón de cosas; así como gerentes de planta y directivos de éstas, colegas con los que trabajo en los grupos de investigación que coordino y en los que he participado, pero también lo que me enseñan mis alumnos.

Para poder aprender de todos hay que tener una mentalidad abierta y ser creativo, para que los saberes de otros te hagan sentido y encajes lo que sabes hacer con la solución de nuevos problemas científicos y técnicos.

### Hacer ciencia supone la creación de una red ¿cuál es su red y cómo hizo para tejlarla?

Comencé a tejer la red que tengo por necesidad. Primero porque necesitaba recursos, después porque requerí formar estudiantes de alto nivel. Al no contar con un laboratorio acudí a colegas para hacerme de un espacio de investigación donde pudiera colaborar en los experimentos. También me acerqué a empresas que podían financiar ciertos equipos y prestarme otros. En cuanto a los alumnos, los de licenciatura siempre me acompañaron desde mis inicios como profesora universitaria, pero necesitaba, además, tener estudiantes de posgrado para ir formando nuevos cuadros que siguieran mi actividad y que luego ellos formaran otros cuadros. Nuevamente fue la necesidad la que me llevó a crear un posgrado que, en principio, requería para estar en el programa de excelencia de Conacyt, al menos tres docentes con doctorado a los que teníamos que contratar, y después, atendiendo las necesidades de la región, involucré a las empresas con las que colaboraba.

Tengo, además, el pleno convencimiento de que una persona avanza más en un equipo que de manera individual. Sin embargo, para pertenecer a un equipo se necesita someter al ego, pues hay quienes no pueden compartir lo que hacen. Un equipo debe ser como un rompecabezas en el que cada uno tiene una pieza que colocar, ésa es la diferencia con un grupo que a veces es un conjunto de simuladores que se limitan a “coautorear” todos los artículos sin que exista una verdadera colaboración y complementariedad en el trabajo.

### ¿Cómo se crean grupos de científicos y qué significa?

En mi caso, más que grupos, creo en el trabajo en equipo, en el que todos tienen una parte del conocimiento, una habilidad, un talento especial y el reto está en descubrir ese talento y explotarlo en beneficio de todos. Quizá el equipo más grande que he coordinado es el del Centro de Investigación en Materiales Cerámicos (Cidemac), donde llegó a haber hasta 60 integrantes, constituido por profesores-investigadores de planta de la UANL, profesores invitados de otros países que hacían estancias de tres a seis meses por año, estudiantes, asistentes-técnicos académicos, estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Este centro fue muy exitoso en varios aspectos. El más importante: ofrecer soluciones basadas en ciencia de frontera a las empresas, lo que coadyuvó en el desarrollo de la región.

En 2002 el Cidemac estuvo entre los tres finalistas del Premio Nacional de Tecnología convocado por la Secofi y otorgado por el presidente del país. También generó recursos extraordinarios para la Universidad, e incluso se establecieron reglas y normas para regularlos. El equipo de trabajo siempre fue comprometido y entusiasta, estuvo dispuesto a trabajar jornadas laborales largas porque estaban convencidos de que los resultados que generaban serían de beneficio para ellos en su carrera académica, y también para los usuarios del conocimiento.

Otros equipos en los que he participado son los que se formaron a partir de los cinco programas de posgrado que he diseñado. Dos de ellos se hicieron en colaboración con grandes empresas de la región y fueron admitidos en los programas de excelencia de Conacyt. En la construcción de estos programas se negoció un traje a la medida con cada empresa, sin comprometer nunca ni la calidad académica de las tesis ni el tiempo de titulación que era de dos años para la maestría.

Para liderar los grupos de trabajo no hay nada mejor que el ejemplo. Un buen líder, además de reconocer los

talentos de cada uno, debe potencializar sus capacidades. Quienes participan en el equipo deben ser conscientes de que el trabajo es primero y que eventualmente habrá una recompensa. Por último, hay que recordar que no todo son las publicaciones, también hay que organizar reuniones y eventos de integración. Yo procuro organizar fiestas, días de campo, reuniones y otros eventos para integrar a la gente.

### ¿Cómo hacer buena ciencia reconocida a nivel internacional y además vincularse con empresas y sector social? ¿Cuál es, a su juicio, el reto más grande de la vinculación?

Mi trabajo de vinculación comenzó desde mi llegada a la Universidad, cuando los directivos de entonces me sugirieron colaborar con una empresa cerámica. El primer reto era trabajar con sus problemas de materiales tradicionales, cuando mi experiencia era en materiales avanzados, tenía que replantearme entonces la utilidad de mi trabajo de investigación. El primer gran trabajo de vinculación fue con la empresa Peñoles, cuyo problema eran las briquetas de óxido de magnesio que les hacían perder competitividad. Lo resolví dese la ciencia, se generó un secreto industrial, pero lo más importante es que Peñoles volvió al primer lugar en ventas entre las empresas de su área. A mí me dieron una carta en la que establecen que había liderado la innovación del proceso de química del rey. Carta que tenía que esconder de mis colegas científicos de la Ciudad de México pues era vista como un pecado, me decían que con la venta de la ciencia no llegaría nunca a ser una científica reconocida.

Otro gran proyecto de vinculación en el que me he involucrado liderando, además de Cidemac, es el trabajo que he realizado desde hace 14 años al frente del Departamento de Ecomateriales y Energía de la Facultad de Ingeniería Civil de la UANL, donde se generan conocimientos nuevos que se aplican a problemas tecnológicos, coadyuvando a lograr beneficios para la región. A mi juicio, el mayor reto de la vinculación es la traducción. Nosotros los investigadores hablamos un lenguaje y los ingenieros de las empresas nos escuchan porque piensan que les podemos ayudar a resolver algo, pero para que esto ocurra, nosotros tenemos que estar muy atentos a sus preocupaciones y a la manera en que los técnicos, gerentes y directores las expresan para hablarles en sus términos y que ellos comiencen a aprender lo nuestro, para que poco a poco se construya una lengua franca que permita la intercomunicación, al tiempo que vamos construyendo la confianza que se necesita para colaborar. Para hacer ciencia al mismo tiempo que tecnología hay que mantener el

equilibrio y tener presentes los retos que significan cada una de ellas.

### ¿Cómo se nutre la investigación científica de la transferencia de tecnología y conocimientos?

Se enriquecen en las dos direcciones. La ciencia nutre a la tecnología y la tecnología demanda siempre de nuevos conocimientos, una suerte de círculo virtuoso donde cada una impulsa a la otra. Para poder aprovechar los beneficios mutuos se debe tener una mentalidad abierta y ser creativo para imaginar cómo podría aplicarse lo que tú sabes hacer a un sector específico, en qué puedes impactar con lo que tú sabes. Esto no lo visualicé en un principio porque estudiaba materiales avanzados y no los tradicionales que hay en las empresas, pero los principios de uno y otro son los mismos, lo que es una maravilla. Para poder trabajar con la industria tuve que pensar en qué les servían mis conocimientos; asunto que descubrí a partir de las preguntas de los técnicos de las empresas sobre la posible utilidad de mis conocimientos para resolver sus problemas.

Así aprendí, por ejemplo, que en la producción del vidrio lo que yo sabía les podría servir para conocer la ruta de su proceso y controlarlo mejor, y con ello disminuir las temperaturas para bajar el gasto energético, e incluso usar materiales de desecho como combustible; empecé a imaginar cosas que después cristalizaba y, posteriormente, ellos me empezaron a pedir. Tuve que aprender su lenguaje y les enseñé el mío. Los científicos aprendemos de los problemas que supone desarrollar tecnología para las empresas desde el comienzo, al hacer el esfuerzo de entender lo que nos dicen y acoplarlo a nuestro bagaje cognitivo para después plantear nuevas preguntas de investigación. Quiero destacar aquí que todos los proyectos en los que participé con empresas fueron pagados 100% por ellas y que no recurrieron para su financiamiento a fondos públicos.

### ¿Qué significan los premios?

Indudablemente los premios significan una mayor responsabilidad con la sociedad, si te están reconociendo, evidentemente es como una palmadita de ánimo: “sigue así, no te rindas, lo estás haciendo bien”. Te ayudan a seguir, te dan más energía, avalan tu camino y al mismo tiempo muestran que haces algo diferente a los otros. También hacen que tu trabajo tenga mayor impacto y visibilidad.

### ¿Qué le ha dado la UANL y qué le ha dado usted a la UANL?

La UANL es mi segundo hogar, me ha dado muchísimas satisfacciones y una gran felicidad. Es una plataforma muy firme que me otorga una sensación de libertad de hacer cosas positivas para la academia, la ciencia y la tecnología. Te da infraestructura, herramientas y libertad, mucha libertad. Es como estar en casa. La Universidad es un polo de desarrollo en la región, coadyuva fuertemente a que nuestra sociedad mejore en todos los aspectos. Tiene un gran peso en el desarrollo económico de Nuevo León. Aquí se forman los cuadros directivos de muchas empresas y también muchos de los técnicos.

Por mi parte, le he dado mi entrega total y compromiso genuino, yo siempre hago un segundo y tercer esfuerzo, aunque esté agotada, nunca he dicho que no a alguien que requiere mi apoyo. En cosas tangibles, podemos mencionar que mis estudiantes graduados, los que han estado en mis grupos de investigación, ahora están en altos mandos de empresas como directivos o como líderes de nuevos grupos de investigación. He formado recursos humanos, puedo decirlo con orgullo, de muy alto nivel académico-científico-tecnológico y continuo haciéndolo.

Por último, agrego que he tenido la fortuna de haber sido la profesora-investigadora a la que invitaron, hace más de una década, a impulsar el establecimiento de un convenio para la doble titulación de la carrera de ingeniería civil de la UANL en colaboración con la Universidad de Nagaoka, en Japón. En este programa, los estudiantes cursan la mitad de su carrera en cada una de las instituciones, primero en la UANL donde, simultáneamente a sus cursos, aprenden japonés y se les involucra con la cultura japonesa con el apoyo presencial de profesores japoneses. Ha sido un programa muy exitoso, ya que se han graduado más de diez generaciones.

### Doctora Torres, muchas gracias por la entrevista.

De nada, gracias a ustedes por la oportunidad.