

Las matemáticas en la era de la IA

Construyendo los próximos cincuenta años

Palabras de apertura de Enrique Zuazua

Taller sobre Tendencias Recientes en Matemática Aplicada y Aprendizaje Automático 2026

Universidad de Jilin | 17–19 de septiembre de 2026

Buenos días. En primer lugar, quisiera agradecer una vez más a la profesora Ran Zhang, vicerrectora de la Universidad de Jilin, por su cálida hospitalidad. Ayer asistimos a una maravillosa celebración del 80.º aniversario de la Universidad de Jilin. A lo largo de estas ocho décadas, el mundo ha experimentado profundos cambios políticos, sociales y económicos, incluidas guerras y períodos tanto de prosperidad como de dificultad. A través de todos estos cambios, a lo largo de todos estos años, la universidad ha seguido siendo una institución estable, apoyando el desarrollo y la transformación de la sociedad en el noreste de China.

La celebración nos recordó la importancia perdurable de las instituciones. Las personas van y vienen, pero las instituciones permanecen. Escuchamos a personas que estudiaron y trabajaron aquí hace quizá sesenta años o más y que siguen activas y vinculadas a la universidad. Sus testimonios fueron profundamente inspiradores y emotivos. Nos recordaron que una universidad conecta generaciones. Recibe conocimiento del pasado y prepara a los jóvenes para dar forma al futuro.

Este constituye un entorno maravilloso para comenzar la tercera edición de nuestro taller. La idea surgió de manera natural en mis conversaciones con la profesora Ran Zhang, hace ahora unos cinco años. Ella lidera, entre otras iniciativas, un esfuerzo importante para atraer a esta institución a académicos destacados y a jóvenes en el ámbito de las ciencias matemáticas, y para construir un futuro próspero para el campo, cuyos resultados son ya visibles. Es un honor para nuestro taller contribuir a este esfuerzo global y, en esta edición, estar asociado con este aniversario tan especial.

Nuestro taller aborda temas diversos de las ciencias matemáticas: control, matemática numérica y computacional y, cada vez más, aprendizaje automático e IA. Y el momento es especialmente oportuno. Todos hemos visto cómo la inteligencia artificial está transformando nuestra vida diaria y nuestro trabajo. También nos está desafiando a reconsiderar nuestros roles como educadores e investigadores.

En efecto, herramientas como ChatGPT y DeepSeek ya pueden ayudarnos a responder muchas de las preguntas matemáticas en las que hemos estado trabajando, a veces incluso antes de que nosotros mismos hayamos podido elaborarlas. Por lo tanto, ahora necesitamos preguntarnos cómo pueden desarrollarse

en armonía las matemáticas y la IA, y qué debemos aportar nosotros, como matemáticos, a ese desarrollo.

Recuerdo haber oído hablar por primera vez de ChatGPT mientras viajaba en tren a un taller en Alemania. Salía de Erlangen, y Andy Maier estaba sentado a mi lado. Él dirige la Cátedra de Reconocimiento de Patrones en nuestra universidad, la FAU. Me preguntó si había probado ChatGPT. Al principio, pensé que era meramente una herramienta para corregir texto. ¿Por qué la necesitaba si ya tenía otras que podían corregir mi escritura y ortografía, traducir, etc.? Me animó a probarla.

Esa conversación tuvo lugar hace apenas unos años, tres tal vez. Hoy, estas herramientas pueden recurrir a un vasto cuerpo de conocimiento matemático y ayudarnos con preguntas sobre la convergencia de esquemas numéricos o expansiones asintóticas para ecuaciones en derivadas parciales que antes solo estaban al alcance de los expertos más competentes. Y también pueden ayudarnos a recuperar conocimiento que hemos olvidado. Tal vez en el pasado, hace quince años, estudiamos la teoría de interpolación para espacios de Sobolev, pero ya no recordamos si un resultado particular requiere un dominio de Lipschitz o una frontera continuamente diferenciable. La IA puede ayudarnos a encontrar y verificar tales detalles, aunque todavía debemos verificar sus respuestas para estar seguros de que son absolutamente rigurosas.

La IA se ha convertido en un colega virtual, sintético, no orgánico, siempre disponible, con gran memoria, que explica los conceptos más complejos con maestría y que, además, lo hace en múltiples lenguas, que conoce todo lo escrito hasta el momento, que nunca olvida, que nunca duerme, que nunca se irrita.

En Erlangen, tenemos una larga tradición de conectar matemáticas, computación y aplicaciones. Radon, quien desarrolló la transformada que lleva su nombre, fue profesor en la universidad. Erlangen también es sede de Siemens. Aunque muchas personas asocian Siemens con electrodomésticos, desarrolla tecnología médica avanzada, incluidos equipos de resonancia magnética. El centro médico de nuestra universidad, Siemens y la investigación en reconocimiento de patrones forman un triángulo científico extremadamente fuerte. Gran parte de este trabajo está impulsado por informáticos de nuestra escuela de ingeniería. Los matemáticos a veces han tardado más en involucrarse, pero ahora lo estamos haciendo mediante iniciativas como nuestro Centro de Matemáticas de los Datos – MoD.

Esta anécdota forma parte de una historia mucho más larga y global, que es, en realidad, la de la humanidad. Los seres humanos han transformado sus vidas mediante el lenguaje y la ciencia. El lenguaje nos permite comunicarnos y organizarnos en comunidades, instituciones y civilizaciones. La ciencia nos permite comprender el mundo y cambiar la forma en que vivimos en él. Las universidades

reúnen estas dos actividades: la creación de conocimiento y su transmisión de una generación a la siguiente.

Las matemáticas siempre han formado parte de este esfuerzo; han sido su principal garante. Los primeros matemáticos se preguntaban cómo se mueven los planetas, cómo pueden calcularse las distancias y cuán grande es la Tierra. Con el tiempo, las matemáticas evolucionaron hacia una mayor abstracción, sin dejar de responder a problemas prácticos. El desarrollo de las computadoras modernas abrió otro capítulo. Podríamos saber cómo resolver un problema, pero el número de pasos podría ser tan grande que nunca terminaríamos en el tiempo disponible. Necesitábamos máquinas para acelerar el trabajo.

Recuerdo haber oído por primera vez la palabra informática hace unos cincuenta años, cuando las universidades comenzaron a ofrecer un título en la disciplina. El hermano mayor de uno de mis mejores amigos se había inscrito en un curso con esa denominación, "Informática", en la Universidad de Deusto, en Bilbao, en el País Vasco, al norte de España, a la que ahora estoy vinculado desde hace unos diez años. Más tarde, en la década de los 90, tuve la oportunidad de ser testigo de cómo comenzaba a impartirse en la Universidad Autónoma de Madrid, a la que también estoy vinculado desde hace unos veinticinco años.

La ciencia del control, que abordamos en este taller, ha desempeñado un papel importante en esta historia. Hemos construido máquinas para realizar tareas y ganar libertad, persiguiendo un objetivo que ya fue establecido por aquellos filósofos que en la antigua Grecia sembraron los cimientos de nuestra civilización. Ahora, el agua llega a nuestras cocinas, los sistemas de calefacción regulan la temperatura y muchas funciones en automóviles y aeronaves operan automáticamente. Detrás de estos logros, ahora ya convertidos en cotidianos, hasta el punto de que ignoramos inadvertidamente su importancia, hay ideas matemáticas, particularmente los principios del control por retroalimentación.

En 1948, Wiener describió la cibernética en términos de control y comunicación en animales y máquinas. Hoy, vemos nuevas formas de esta conexión en la robótica y la IA. Los robots pueden bailar y practicar kung fu, mientras que los chats de IA y las aplicaciones están cambiando cómo las personas trabajan con información y conocimiento. Estos desarrollos nos invitan a pensar cuidadosamente sobre nuestro propio futuro.

¿Seguirán necesitando las matemáticas profesores, o podría una herramienta de IA, junto con un robot, asumir parte de ese papel? Un robot podría hablar con claridad y seguridad y responder preguntas en muchos idiomas. Si un estudiante pregunta sobre la conexión entre la IA generativa y los métodos clásicos de Monte Carlo, podría responder cortésmente: "Esa es una muy buena pregunta. Sí, hay una conexión". El estudiante probablemente recibiría una respuesta. Pero ¿sería correcta

esa respuesta? ¿La entendería el estudiante? ¿Y ayudaría al estudiante a formular una mejor pregunta?

Estas son responsabilidades que debemos seguir tomando en serio. Nuestro papel será cada vez más hacer las preguntas correctas, juzgar si una respuesta es correcta y significativa, y decidir qué problemas merecen nuestra atención. También debemos enseñar a los jóvenes a hacer esto, para seguir transmitiendo el conocimiento. No olvidemos que no somos más que un eslabón en una cadena que crece incesantemente. El poder de las nuevas herramientas de IA hace que estas responsabilidades sean cada vez más importantes y acuciantes.

Como profesores, debemos ayudar a los estudiantes a usar la IA sin renunciar a su propio juicio. Por eso, todavía necesitan comprender una demostración, entender lo que significa el rigor, reconocer cuándo falta una hipótesis y explicar por qué un resultado es importante. Como investigadores, debemos explorar lo que estas nuevas herramientas hacen posible, aportando al mismo tiempo la precisión y la profundidad que las matemáticas requieren.

Necesitamos responder con ambición e imaginación. El marco habitual de nuestras matemáticas aplicadas, en el que hemos vivido hasta ahora, se está quedando sin oxígeno; necesitamos ir más allá, abrir ventanas y crear un espacio más amplio en el que las matemáticas puedan desarrollarse durante al menos los próximos cincuenta años. La historia de la Universidad de Jilin nos recuerda que las instituciones perduran porque las generaciones sucesivas continúan renovándolas. Lo mismo ocurre con las disciplinas científicas. Ahora nos toca a nosotros ser los protagonistas de esa renovación.

Este taller nos da la oportunidad de abordar esta tarea con cuestiones concretas. ¿Qué problemas en control y computación puede ayudarnos a resolver la IA? ¿Cómo pueden las matemáticas explicar el funcionamiento y la fiabilidad de esos nuevos métodos basados en IA? ¿Y cómo deberíamos preparar a los estudiantes para trabajar en este entorno cambiante? Espero que estas preguntas entren en nuestras discusiones, junto con los resultados específicos presentados en cada una de las charlas.

La tarea es doble. Debemos seguir abordando los problemas en nuestras propias áreas de especialización y buscar respuestas matemáticas clásicas. Al mismo tiempo, necesitamos unir disciplinas y mantenernos abiertos a nuevas preguntas. El futuro ciertamente será diferente del presente, y deberíamos ayudar a darle forma. Debemos sumergirnos en él sin reservas para poder seguir creciendo en él.

Jilin es un lugar excelente para perseguir este esfuerzo. Estoy encantado de estar aquí de nuevo, y espero que tengamos más oportunidades de reunirnos y continuar este taller en el futuro. Estoy convencido de que Jilin seguirá siendo un lugar propicio

para el pensamiento, la investigación y la educación matemática durante muchos años más.

Espero que todos disfruten de la hospitalidad de la Universidad de Jilin y de la región. La comida es deliciosa, y la cálida bienvenida de sus gentes hace que sea un verdadero placer estar en Jilin. Les deseo a todos un taller fructífero, con buenas y estimulantes discusiones matemáticas y nuevas ideas para llevar de vuelta a casa. Muchas gracias.