

Tecnología

EL PROBLEMA QUE ARRUINÓ UNA CARRERA CAYÓ DURANTE LA FINAL DEL MUNDIAL

En 2008, uno de los mayores expertos en la conjetura jacobiana calculó que resolverla podía llevar otros cien años. Llevó dieciocho. Y el golpe final entró el día de la final del Mundial 2026, en un tuit de 216 caracteres, con un modelo de IA como coautor.

27 DE JULIO DE 2026

Empecemos por el final. La tarde del 20 de julio, mientras España y Argentina definían el Mundial, el matemático Levent Alpöge publicó en X un mensaje que parecía escrito en un grupo de amigos: "hello there the jacobian conjecture is false". Agradeció a Akhil Mathew, geómetra algebraico de Chicago, por haberle tirado el problema. Y agradeció a su "otro amigo fable" por trabajar durante el partido.

Ese otro amigo era Claude Fable 5, el modelo más capaz de Anthropic.

Debajo del mensaje iba lo único que importa en matemática: el objeto. Una función de tres variables, escrita en tres renglones, que hace exactamente lo que 87 años de intentos decían que no podía existir.

PRIMERO, QUÉ SIGNIFICA QUE ALGO SE PUEDA DESHACER

Metés una banana en la licuadora y sale un licuado. No hay forma de volver atrás: mirando el licuado no podés reconstruir la banana. La licuadora destruyó información.

Ahora cambiá pesos a dólares a un tipo fijo. Esa operación sí se deshace: dividís por el mismo número y volvés al punto de partida. La operación inversa existe, y es tan simple como la original.

La matemática llama *invertible* a lo segundo. Y la pregunta que se hicieron durante casi un siglo y medio es cuándo una máquina pertenece a la primera familia y cuándo a la segunda.

Las máquinas en cuestión son las funciones polinomiales: recetas hechas solo con sumas y multiplicaciones de las variables de entrada. Nada de senos, logaritmos ni raíces. Una máquina que toma tres números y devuelve tres números, mezclándolos con las cuatro operaciones básicas.

Para saber si una de estas máquinas destruye información, los matemáticos miran una cantidad llamada determinante jacobiano. Sirve pensarlo como un factor de deformación local: cuánto estira o comprime la máquina un pedacito minúsculo de espacio alrededor de cada punto. Si en algún lugar el factor da cero, ahí la máquina aplastó una porción de espacio hasta hacerla desaparecer, como la licuadora. Ese punto es irrecuperable.

El contraejemplo que apareció en julio tiene un factor constante de -2 en absolutamente todos los puntos. Duplica el volumen y da vuelta la orientación, como una máquina de pasta que estira siempre igual y siempre espeja la masa. Nunca aplasta nada. Nunca destruye información localmente.

Y sin embargo, no se puede deshacer.

LA TRAMPA: DE CERCA TODO CIERRA

Acá está el corazón del asunto, y se entiende mejor con un estacionamiento.

Pensá en una rampa en espiral, de esas que suben dando vueltas. Un auto en el piso 1, otro en el piso 2, otro en el piso 3. Mirá cualquier tramo corto de la rampa: los autos van separados, nadie se choca con nadie, todo perfectamente ordenado. Localmente, impecable.

Ahora mirá el edificio desde arriba, desde un dron. Los tres autos están exactamente en el mismo punto del plano. Si alguien te da esa coordenada y te pide que busques el auto, no tenés forma de saber cuál de los tres.

La rampa del estacionamiento: cada tramo cierra, el conjunto no.

Eso es exactamente lo que separa "invertible cerca de cada punto" de "invertible en serio". Y la conjetura jacobiana, formulada por Ott-Heinrich Keller en 1939, apostaba a que para las funciones polinomiales esa distinción se borraba: si el factor de deformación era

constante y no nulo en todos lados, la máquina tenía que ser globalmente reversible, y su inversa tenía que ser también polinomial.

Suena razonable. Parecía cierto. Cada ejemplo que alguien construía lo confirmaba.

UN CEMENTERIO DE DEMOSTRACIONES

Para entender el tamaño del golpe hay que entender qué clase de problema era este.

El planteo original para dos variables es de Ludwig Kraus, en 1884, con una demostración equivocada. Ese detalle es premonitorio: la historia de la conjetura es básicamente un cementerio de pruebas falsas. Publicaron demostraciones erróneas Beniamino Segre y Wolfgang Gröbner, dos nombres pesados del siglo XX. El patrón se repitió durante décadas: alguien anuncia, el mundo se entusiasma, aparece el agujero.

Arriba de la línea, lo que se sostuvo. Abajo, lo que no.

El caso más doloroso es el de Yitang Zhang, hoy célebre por su trabajo sobre números primos gemelos. Su tesis doctoral en Purdue, en 1991, fue sobre la conjetura jacobiana, dirigida por Tzuong-Tsieng Moh, uno de los máximos especialistas del tema. Moh le pidió avanzar sobre un lema propio; el lema después resultó defectuoso. Zhang se recibió, pero no publicó nada. Según el perfil que le dedicó The New Yorker en 2015, se fue de Purdue enemistado con su director, sin carta de recomendación y sin papers, y pasó años sin conseguir un puesto académico.

Ese es el currículum del problema. Y sin embargo, Shreeram Abhyankar lo promovía justamente porque cualquiera con un curso de cálculo puede entender el enunciado.

El resto del siglo fue progreso genuino pero sin premio: Bass, Connell y Wright mostraron que bastaba resolver el caso de grado 3 para resolverlo todo; Moh verificó a mano y con computadora el caso de dos variables hasta grado 100; Connell y van den Dries probaron que cualquier contraejemplo tendría que tener coeficientes enteros. Stephen Smale la puso en el puesto 16 de su lista de problemas para el siglo XXI, la misma lista donde está la hipótesis de Riemann.

En 2008, Moh estimó que resolverla podía llevar otros cien años.

LOS TRES PUNTOS

La respuesta era no. Y el contraejemplo tiene grado 7.

Finnegans

27 de julio de 2026

$$F(x, y, z) = ((1+xy)^3z + y^2(1+xy)(4+3xy), \\ y + 3x(1+xy)^2z + 3xy^2(4+3xy), \\ 2x - 3x^2y - x^3z)$$

Su determinante jacobiano es idénticamente -2 : cumple la hipótesis de Keller sin discusión. Pero estos tres puntos del espacio,

$$(0, 0, -1/4) \quad (1, -3/2, 13/2) \quad (-1, 3/2, 13/2)$$

van todos a parar exactamente al mismo destino: $(-1/4, 0, 0)$.

Tres autos, un solo lugar en el plano. Fin de la conjetura.

Es la rampa del estacionamiento, en versión algebraica. Tres entradas distintas, una sola salida. No hay forma de volver. Fin.

Cualquiera puede chequearlo: Alpöge adjuntó links de Wolfram Alpha en el mismo tuit. La entrada de Wikipedia se actualizó en horas. En menos de un día circulaban verificaciones independientes, y Kevin Buzzard tituló su posteo con resignación deportiva: los matemáticos humanos están siendo contraejemplificados.

Como un contraejemplo en tres dimensiones se extiende hacia arriba agregando coordenadas que la función no toca, la conjetura cae para toda dimensión mayor o igual a tres. Se llevó puesta también a la conjetura de Dixmier. El caso del plano, el planteo original de 1884, sigue abierto.

POR QUÉ ESTO LE IMPORTA A ALGUIEN QUE NO HACE MATEMÁTICA

Esta no es una nota sobre matemática. Es una nota sobre asimetría de costos.

Pensá en un sudoku. Resolverlo puede llevarte una hora. Verificar que una grilla ya completa está bien lleva treinta segundos: mirás filas, columnas y cuadrados. Otro ejemplo: encontrar la llave de una cerradura entre diez mil llaves es un trabajo enorme; probar una llave en la cerradura es instantáneo.

Los intentos previos sobre la jacobiana no tenían esa asimetría. Eran demostraciones largas, y una demostración larga es un lugar cómodo donde esconder un error: revisarla lleva meses de trabajo experto y muchas veces termina sin veredicto claro. Por eso el campo aprendió a desconfiar de cualquier anuncio.

Este resultado invierte la ecuación. Encontrarlo fue una aguja en un pajar de 142 años. Verificarlo es derivar, calcular un determinante y evaluar tres puntos: tedioso pero

mecánico, cuestión de segundos con cualquier sistema de álgebra simbólica. Timothy Gowers, medalla Fields, lo describió como el primer caso que conocía de un modelo de lenguaje resolviendo un problema famoso fuera de su propia área, aclarando que se trata de un contraejemplo y no del "fin de las matemáticas".

Ese nicho —difícil de encontrar, barato de verificar— es donde la IA generativa hoy tiene ventaja demostrable y no discutible. La lista de tareas con esa forma es más larga de lo que parece:

- **Encontrar bugs.** Un exploit hay que buscarlo; reproducirlo con un test es automático. Es la lógica de los bug bounties y del fuzzing, y es la razón por la que los modelos rinden tan bien contra una suite de tests que ya existe.
- **Descubrimiento de materiales y moléculas.** Proponer candidatos es carísimo para un humano; simularlos o ensayarlos es un procedimiento estándar.
- **Optimización logística.** Encontrar la mejor combinación de rutas es un espacio inmenso; calcular el costo de una ruta propuesta es una suma.
- **Diseño de circuitos.** Proponer un layout es arte; medir su área y su consumo lo hace el software.

Y al revés, el corolario incómodo: donde verificar cuesta tanto como producir —una estrategia comercial, un dictamen legal, un diagnóstico— la promesa sigue siendo promesa, porque nadie puede distinguir barato la buena respuesta de la que suena bien.

De ahí sale la única recomendación práctica que deja este episodio: antes de comprar el modelo, construí el verificador. La ventaja no está en generar candidatos, que hoy es commodity. Está en tener un test barato, rápido y confiable que separe el hallazgo del verso.

LA LETRA CHICA

Tres reparos, porque el titular corre más rápido que la evidencia.

Hay un preprint de verificación, no revisión por pares en revista. La comunidad lo tomó en serio en horas justamente por lo barato del chequeo, y eso no es lo mismo que aceptación formal.

La procedencia no es auditable. Alpöge acreditó a Fable 5, pero no publicó los prompts ni las tentativas intermedias. Y Alpöge no es un turista del prompt: es becario de Harvard y venía conversando con Mathew sobre buscar contraejemplos. El matemático Bartosz Naskręcki advirtió que esto no salió de una consigna de una línea.

Y la conjetura no murió entera. Cae para tres dimensiones o más. El caso del plano sigue en pie.

EL CONTEXTO INDUSTRIAL

Para Anthropic, el timing es útil. Fable 5 salió el 9 de junio y tuvo un arranque accidentado: la compañía suspendió el acceso el 12 de junio para cumplir con controles de exportación del Departamento de Comercio de Estados Unidos, y recién lo restableció el 1 de julio. Un resultado matemático verificable en público es mejor carta de presentación que dieciocho días de idas y vueltas regulatorias.

El episodio llega además en un año tenso. El Manifiesto de Leiden sobre IA y Matemáticas, respaldado por la Unión Matemática Internacional, advierte sobre el impacto en la revisión por pares, el caos en la atribución de créditos y la posibilidad de que empresas tecnológicas terminen decidiendo qué problemas vale la pena atacar. Un contraejemplo hallado en una madrugada de Mundial, sin prompts publicados, es exactamente el tipo de caso que el manifiesto tenía en mente.

POSDATA

Hay un efecto secundario del episodio que resume la época mejor que cualquier análisis. Como el resultado es posterior al corte de entrenamiento de casi todos los modelos disponibles, se puso de moda pegarles la fórmula a los chatbots diciendo "se me ocurrió anoche". El modelo responde, con toda seguridad, que la conjetura jacobiana sigue abierta y que ningún contraejemplo fue encontrado.

Después le pedís que haga la cuenta. Y la hace.