La casa tomada*

Ernesto Mordecki**

6 de noviembre de 2026

Resumen

La irrupción de los grandes modelos de lenguaje ha tomado nuestra casa: la capacidad de pensar un problema, la alegría de encontrar la idea que lo resuelve y el esfuerzo de escribirla ya no nos pertenecen en exclusiva. En estas notas, tras repasar antecedentes históricos —la escritura, la imprenta, las máquinas de ajedrez—, discutimos si la matemática es necesaria para nuestra sociedad y si los matemáticos serán necesarios en el futuro cercano. Concluimos con una lista de preguntas abiertas y acciones posibles sobre el futuro de nuestra profesión en la era de la AI.

1. Introducción

Nuestra casa fue tomada. No está completamente destruida, pero muchas de sus funciones e instalaciones relevantes no funcionan como antes. Esencialmente, están fuera de nuestro control. La inteligencia artificial, a través de sus grandes modelos de lenguaje (LLM), la ha tomado. Y nosotros, los habitantes de la casa, sin advertir realmente lo que estaba sucediendo, y sorprendidos por la eficacia de los LLM, hemos entregado nuestras pertenencias más sagradas: la capacidad de pensar un problema, la alegría de tener una idea que lo resuelve, el hermoso esfuerzo necesario para consolidar una idea en nuestro lenguaje común. Y no hay vuelta atrás.

*En homenaje al cuento "Casa tomada" de Julio Cortázar [2].

**Centro de Matemática, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay

Somos matemáticos, y nuestro mundo está en jaque. Nos preguntamos: ¿es jaque mate? ¿Podemos recuperar el control de nuestra casa, que sin duda no funcionará de la misma manera?

Paradojalmente, las armas que nos atacaron se construyeron con algunas de nuestras propias ideas. Por supuesto, no son enteramente obra nuestra. El conocimiento en ciencias de la computación necesario para desarrollar estos grandes modelos evolucionó tanto en sus aspectos teóricos como en los materiales. A medida que la tecnología avanzó (procesadores infinitamente pequeños, centros de cómputo infinitamente grandes), transformando la cantidad en calidad, los informáticos codificaron en software las ideas necesarias para producir estas herramientas (dejemos de llamarlas armas).

Estas notas se proponen mirar el pasado y el futuro de la profesión matemática. ¿Qué sucederá inevitablemente? ¿Qué permanecerá y qué desaparecerá? Y, en consecuencia, ¿cuál es nuestra línea de acción? Para ordenar las ideas, luego de algunos comentarios históricos introductorios (Sección 2), intentamos responder dos preguntas: (1) ¿es necesaria la matemática para el desarrollo de nuestra sociedad? (Sección 3), y (2) ¿serán necesarios los matemáticos en el futuro cercano? (Sección 4). Concluimos con una sección de *Ejercicios* (Sección 5): una lista de preguntas abiertas y acciones posibles sobre el futuro de nuestra profesión.

2. Antecedentes

Comenzamos con una breve discusión de algunos avances tecnológicos seleccionados de la historia de la humanidad, y terminamos con una comparación entre el cerebro humano y los modelos de lenguaje artificiales.

2.1. La escritura

En la Antigüedad, la tradición oral era la forma de transmitir el conocimiento, que se almacenaba en los cerebros humanos. Con la aparición de la escritura, el conocimiento dejó de almacenarse únicamente en el cerebro humano y comenzó a guardarse en soportes físicos: los libros manuscritos. Fue un momento importante en el desarrollo de la humanidad: se lo considera el paso de la prehistoria a la historia de una civilización. Este proceso no fue sencillo y, por supuesto, encontró resistencias. Un ejemplo clásico es el punto de vista de Sócrates, uno de los mayores filósofos de todos los tiempos, que se

oponía a la escritura y defendía la tradición oral (véase [4]). Paradojalmente, una vez más, las ideas de Sócrates se preservaron gracias a los escritos de Platón, su discípulo.

2.2. La imprenta

La reproducción de libros fue la tarea fundamental de los copistas desde la Antigüedad y durante toda la Edad Media, hasta el siglo XV. Aunque hoy podamos pensar que esta labor era aburrida y repetitiva, los copistas eran personas muy cultas para su época: sabían leer y escribir, conocían y comprendían los escasos y valiosos manuscritos que llegaban a sus manos, salvaguardando así la memoria del mundo clásico. La invención de la imprenta por Gutenberg, hacia 1440–1450, permitió producir cientos de copias idénticas a una fracción del costo. En pocas décadas, la copia manual de libros dejó de ser el medio principal de transmisión del conocimiento y el oficio de los escribas comenzó a desaparecer [8].

2.3. Programas de ajedrez

Mucho después, en el siglo pasado, Garry Kasparov, entonces campeón mundial de ajedrez, jugó en mayo de 1997 un match contra Deep Blue[1]. Deep Blue derrotó a Kasparov por $3\frac{1}{2}$–$2\frac{1}{2}$ en un match a seis partidas, la primera vez que una computadora vencía a un campeón mundial reinante en condiciones de torneo.

El resultado causó sensación. Desde el momento en que una computadora podía vencer al ser humano más talentoso, el ajedrez perdió su aura de una de las actividades intelectuales más relevantes de la humanidad y se convirtió en otra cosa: un juego sencillo, un juego interesante, un juego profundo, pero nada más que un juego.[2]

2.4. El cerebro y las redes neuronales

Para evaluar la posibilidad de sustituir el razonamiento humano por el razonamiento artificial, hacemos algunas comparaciones de órdenes de magnitud. El cerebro humano contiene alrededor de $8{,}6 \times 10^{10}$ neuronas [1] y

[1] Deep Blue era una computadora especializada en ajedrez, construida por IBM.

[2] Ejemplos similares son las damas, con el programa Chinook en los años noventa, y el go, con el programa AlphaGo en 2015–2016.

del orden de 10^{14}–10^{15} sinapsis, y funciona con aproximadamente 20 vatios. Las mayores redes artificiales actuales tienen del orden de 10^{11}–10^{12} parámetros, que suelen compararse con las sinapsis. Se entrenan con del orden de 10^{13} palabras o tokens, consumiendo megavatios durante meses. Un ser humano, en cambio, se encuentra con quizás 10^{8}–10^{9} palabras hasta la edad adulta. Aunque se trata de objetos muy diferentes, cuando se los considera como máquinas que reciben, almacenan, procesan y devuelven información, muestran claras similitudes, al menos en términos de su comportamiento de entrada–salida. Y, sin duda, se espera que las redes neuronales artificiales sigan creciendo en tamaño y capacidad, hasta límites hoy difíciles de estimar. Hoy ya no se discute que las máquinas pueden superar el test de Turing [7], y debemos reconocer que muestran cierta capacidad de exhibir un comportamiento "inteligente", en el sentido indefinido propuesto por Turing.

3. ¿Es necesaria la matemática?

La pregunta principal que queremos responder en estas notas es si los matemáticos serán necesarios en el futuro cercano y, si la respuesta es afirmativa en algún sentido, cómo se desarrollará la actividad matemática. La primera de estas preguntas la responderán nuestros empleadores, no nosotros mismos. De todos modos, para entender cómo está cambiando nuestra profesión, intentar imaginar cómo será en el futuro cercano y, especialmente, entender cómo actuar ahora, es necesario examinarla.

Comenzamos entonces con una pregunta más elemental y más fácil de responder: ¿es necesaria la matemática (para nuestra sociedad, para nuestras vidas)? Y, si la respuesta es afirmativa, ¿podemos, como sociedad, preservar y potenciar la matemática sin matemáticos?

La presencia de la matemática en la sociedad y en la vida cotidiana es ubicua, y resulta difícil imaginar cómo continuar nuestra vida colectiva, tal como la entendemos, sin matemática. Examinemos sus distintos roles en la sociedad.

3.1. Tecnología

En primer lugar, la matemática es un ingrediente determinante de la *tecnología y la producción*: prácticamente detrás de cualquier objeto o servicio hay alguna estructura o logro matemático oculto. Autos, aviones, barcos,

instrumentos de navegación, relojes, teléfonos, etc. Parece difícil, si no imposible, encontrar objetos o servicios libres de matemática (por no hablar de las computadoras, internet, los teléfonos celulares y, nuevamente, un largo etcétera de logros del siglo XX).

La inteligencia artificial misma es quizás uno de los logros más espectaculares con base matemática del siglo XXI. Los grandes modelos de lenguaje (LLM), los mismos que responden nuestras preguntas matemáticas, escriben y ejecutan nuestros programas y demuestran nuestros teoremas, tienen como componentes centrales ladrillos matemáticos, algunos relativamente elementales: las redes neuronales son composiciones de funciones multidimensionales lineales y no lineales (como se enseña en los cursos universitarios de cálculo avanzado); se entrenan mediante el algoritmo de descenso por gradiente, basado en la regla de la cadena (que enseñamos en ese mismo curso); vectorizan las palabras y miden las distancias entre ellas (álgebra lineal); calculan cuál es la palabra más probable que sigue a otra (probabilidad y estadística).

Hay que reconocer, sin embargo, que el éxito de estos LLM se basa también en su tamaño, asombrosamente grande respecto de lo que matemáticos y estadísticos estaban acostumbrados a considerar en sus ejemplos, lo que además contradice algunos principios tradicionales de la estadística, como el de modelar con la menor cantidad posible de parámetros. Este principio (implementado por el criterio de información de Akaike, el criterio de información bayesiano y sus mejoras posteriores) ya no se aplica. También es relevante mencionar que muchos de los resultados espectaculares de los LLM son además fruto de trabajo empírico (por ejemplo, el diseño de la arquitectura de la red), no tienen demostración matemática, y su calidad es por ahora difícil de evaluar o de comparar objetivamente (por ejemplo, en la generación artificial de imágenes).

3.2. Cultura

En segundo lugar, la matemática es parte de la *ciencia y la cultura*. Además de formar parte del conocimiento humano en sí mismo, la matemática es una herramienta imprescindible en muchas áreas científicas afines; como afirmó poéticamente Galileo Galilei, "[el universo] ... está escrito en lengua matemática, y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas" [6]. Es también una de las tradiciones intelectuales continuas más antiguas de la humanidad, comparable a la literatura o la música.

3.3. Planes de estudio

En tercer lugar, la matemática es una *columna vertebral curricular* en todos los niveles de nuestro sistema educativo. Sin hablar de la escuela primaria o secundaria (algo alejadas de mi alcance), la matemática es hoy un tema central en los planes de estudio de ingeniería, física, astronomía, química, biología, economía, computación, etc. Casi todas las carreras científicas y tecnológicas del mundo comienzan con cálculo y álgebra lineal, y luego incorporan ecuaciones diferenciales, probabilidad y estadística, con distintos niveles de profundidad según la formación previa de los estudiantes y las expectativas de su desarrollo futuro.

Una pregunta que debemos enfrentar es la siguiente: ¿puede ocurrir que un profesional, asistido por un sistema de IA, pueda desempeñar sus tareas, con un conocimiento de su disciplina que le permita detectar resultados erróneos o fuera de lugar, sin necesidad de aprender a calcular áreas y volúmenes, las reglas de derivación, etc.? Es importante entonces comprender el proceso de aprendizaje de la matemática en este nuevo entorno.

3.4. Investigación

En cuarto lugar, la matemática es una *actividad de investigación*. Como la caracterizó Thurston, "la matemática tiene una cualidad esencialmente recursiva" [5]. Interpretamos esta afirmación de la siguiente manera: para aprehender la matemática, para conocerla y comprenderla profundamente, para poder perfeccionar y transmitir el conocimiento matemático humano, es necesario investigar, formular nuevas preguntas e intentar responderlas. Esta es la actividad que realizan los matemáticos, individual y colectivamente, y (como también ejemplifica Thurston) tiene como uno de sus múltiples productos la publicación de un artículo (véase la interesante metáfora con los goles en el fútbol [5]). En conclusión, el papel central de los matemáticos es conocer, preservar, reorganizar, ampliar y transmitir un cuerpo de conocimiento a través de las generaciones. En este proceso organizan seminarios y congresos, publican nuevos resultados en forma de artículos, sintetizan teorías nuevas o antiguas mediante la publicación de libros, y realizan otras actividades científicas y de divulgación. En consecuencia, la investigación matemática es necesaria para que haya personas que comprendan la matemática, que sean capaces de transmitirla a las nuevas generaciones y que sirvan también de referencia para las aplicaciones y las interacciones con otras disciplinas y

tecnologías.

4. ¿Serán necesarios los matemáticos en el futuro cercano?

Esta segunda pregunta es más difícil. Explicamos más arriba que, para transmitir el conocimiento matemático tal como lo entendemos hoy, es necesaria la investigación matemática humana. Asimismo, para mantener los sistemas que sustituyen parte de nuestro trabajo (los LLM) y hacerlos más potentes, los matemáticos también parecen necesarios. Hoy en día, las grandes empresas de IA cuentan con grandes departamentos de investigación que incluyen matemáticos. Pero está claro que este no es el trabajo tradicional de un matemático en una universidad o en un instituto de investigación.

Por el momento, no está claro si los LLM pueden mejorar su desempeño sin intervención humana. Pero puede ocurrir que lo logren con la participación de técnicos, ingenieros e informáticos, y quizás eso sea suficiente.

En lo que respecta a la sociedad en general, en los viejos tiempos (ayer, el año pasado, antes de la irrupción de los LLM)[3] los matemáticos desempeñaban un papel significativo en la transmisión del conocimiento matemático a muchos futuros profesionales, como ingenieros, físicos, economistas, contadores, biólogos, geólogos y un largo etcétera, a nivel universitario, y en la formación de nuevas generaciones de matemáticos, para asegurar la continuidad de este trabajo.

Como se discutió más arriba, es importante descubrir y comprender las nuevas formas de pensamiento y aprendizaje matemático, a fin de actualizar las propuestas de enseñanza en las carreras fuertemente vinculadas a la matemática. Una situación similar se presenta en prácticamente todas las profesiones (exceptuando a los matemáticos).

5. Ejercicios

Es por supuesto prematuro extraer conclusiones firmes de los comentarios anteriores. Pero somos testigos de un escenario que cambia rápidamente, sin la oportunidad de detener el proceso y pensar colectivamente los problemas

[3]Para mí, la fecha de corte fue el 1.º de abril de 2026, cuando me suscribí al plan de Claude.

que la IA plantea a la matemática. El momento es ahora. Intentando pensar cómo será nuestra profesión en el futuro cercano, formulamos una lista incompleta de preguntas, afirmaciones (y deseos) para lo que viene.

- **Calidad sobre cantidad.** Ahora que la producción de artículos y libros se volvió extremadamente fácil con respecto a ayer (sin IA), debemos **definitivamente** volver a privilegiar la evaluación de la calidad por sobre la cantidad. Esto vale tanto para la elección de nuestros resultados matemáticos como para la selección de candidatos de maestría o doctorado, o para la provisión de nuevos cargos.

- **Incorporar la IA.** Si decidimos incorporar la IA a nuestro trabajo, tenemos que aprender a usarla y, más difícil aún, descubrir nuevas formas de trabajar y de aprender matemática. A primera vista, parece que hemos quedado relegados a leer y digerir lo que un LLM dicta sobre nuestros problemas. Este hecho tiene dos caras: por un lado, nos coloca en una posición secundaria, ya que las ideas no son exclusivamente nuestras. Por otro, nos da la posibilidad de resolver problemas tradicionales más rápido, y también de abordar preguntas más difíciles y centrales, fuera de nuestro alcance sin IA. Finalmente, resultará en una interacción que deberíamos aprender a procesar y liderar.

- **Resolución de problemas matemáticos.** La producción tradicional de nuevos resultados, la solución de conjeturas, es decir, la actividad de "resolución de problemas" de los matemáticos, cambiará drásticamente. La producción de nuevas teorías o la formulación de problemas esencialmente nuevos parece no estar aún al alcance de los sistemas de IA, pero probablemente sea cuestión de tiempo.

- **Publicación de artículos en revistas científicas arbitradas.** El sistema tradicional, que consiste en la publicación de artículos revisados por pares para construir una carrera matemática, no parece viable en la era de la IA.[4,5] ¿Cómo podemos evaluar la calidad, reconocer la autoría, preservar y difundir el conocimiento matemático de una manera nueva?

[4] Actualmente, algunas revistas suspendieron temporalmente la recepción de artículos "en respuesta a un aumento sustancial de los envíos de manuscritos en toda la disciplina, impulsado en gran medida por el rápido desarrollo de la inteligencia artificial" [3].

[5] No es viable arbitrar sin IA artículos escritos con IA, como recomiendan algunos comités editoriales.

¿Cómo evaluar las capacidades matemáticas sin la tradicional "lista de publicaciones" en los currículos?

- **Preprints.** Los preprints (como los de arXiv o HAL) cobran mayor relevancia. A medida que la producción de resultados se acelera y la revisión por pares (si es que resulta posible) mantiene el mismo ritmo, la prepublicación de resultados adquiere un nuevo papel. Es importante entonces poner a disposición pública los resultados obtenidos (por supuesto, prolijamente pulidos y redactados) en repositorios accesibles a la comunidad y, de ser posible, en más de un lugar.

- **Estudios de posgrado.** No solo los estudios de grado cambiarán su rumbo. ¿Cómo dirigir una tesis de doctorado en matemática? ¿Cómo será una tesis o defensa doctoral?

- **La matemática de la IA en los planes de estudio.** Como toda tecnología en desarrollo, la IA misma genera necesidades de trabajo e ideas matemáticas. Para comprender los principios generales del área, cuando no para participar en la obtención de nuevos resultados y la producción de nuevos métodos, proponemos incluir en los planes de estudio (para matemáticos puros y aplicados) los siguientes contenidos:

  - Grandes modelos de lenguaje y otros métodos matemáticos de la IA.
  - Sistemas de verificación automática de demostraciones: el estudio y desarrollo de áreas abstractas clásicas de las ciencias de la computación y la formalización de la matemática.

- **Hardware.** Instalación, en los departamentos de matemática, de LLM autónomos que puedan entrenarse con información local, independientes de los modelos comerciales.

- **Temas de investigación en matemática de la IA.** Parte de una respuesta integral a los cambios actuales consiste en involucrar a la comunidad matemática en la producción de métodos de IA, la demostración (o refutación) de su funcionamiento real, la generación de nuevos conceptos en estadística de alta dimensión para lidiar con estos grandes modelos, y muchos otros temas posibles.

Referencias

[1] F. A. C. Azevedo et al., Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain, *J. Comp. Neurol.* 513 (2009), 532–541.

[2] J. Cortázar, Casa tomada, en *Bestiario*, Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1951. Publicado originalmente en *Los Anales de Buenos Aires*, n.º 11, 1946.

[3] ESAIM: Probability and Statistics takes action to address increasing manuscript submissions, `https://www.edpsciences.org/fr/actualites`, consultado el 25 de octubre de 2026.

[4] Phaedrus (dialogue), Wikipedia, `https://en.wikipedia.org/wiki/Phaedrus_(dialogue)`, consultado el 23 de octubre de 2026.

[5] W. P. Thurston, On proof and progress in mathematics, *Bull. Amer. Math. Soc. (N.S.)* 30 (1994), 161–177.

[6] The Assayer, Wikipedia, `https://en.wikipedia.org/wiki/The_Assayer`, consultado el 26 de octubre de 2026.

[7] Turing test, Wikipedia, `https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test`, consultado el 23 de octubre de 2026.

[8] I. Vallejo, *El infinito en un junco: la invención de los libros en el mundo antiguo*, Siruela, Madrid, 2019. Traducción al inglés de C. Whittle: *Papyrus: The Invention of Books in the Ancient World*, Alfred A. Knopf, Nueva York, 2022.