



XXIV Evento Internacional
“La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

La Inteligencia Artificial (AI) y la Enseñanza de la Matemática en tiempos de renovación de las TIC

(Transcripción de la Conferencia Inaugural de la XXIV edición del evento “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones” MATECOMPU 2023, realizada el 21 de noviembre de 2023 en la sala-teatro “Julio A. Mella” de la Universidad de Matanzas, en la ciudad de Matanzas, Cuba)
[Conferencista: Paul A. Torres Fernández, Doctor en Ciencias, Profesor e Investigador Titular. UCMLH]

Estimados compañeros, buenos días. Quisiera, antes que todo, expresar mi más sincero agradecimiento a las autoridades de esta prestigiosa y querida Universidad de Matanzas, a su Rectora y a la Decana de la Facultad de Educación, así como a los organizadores de este célebre evento científico, en especial a su Presidente de Honor, el compañero y amigo Bernardino Almeida, y a la Presidenta del Comité Organizador, querida Yamile Milian, por la invitación cursada para desarrollar nuevamente esta actividad inicial del **MATECOMPU**. A todos los presentes, y a los delegados que la seguirán a distancia, mi respeto y consideración por ofrecerme la oportunidad de interactuar profesionalmente con ustedes. A todos, muchas gracias.

Siento que nuevamente abusaré de la paciencia del auditorio y de los organizadores, pues el entusiasmo que experimento ante cada invitación y, sobre todo, la necesidad de desplegar muchas ideas en torno a la enseñanza de la Matemática, y en general al acto educativo, me lleva, finalmente, a acopiar más elementos para compartir, que tiempo para tratarlo con ajuste al Programa Científico. Por eso, y sin más dilación, comenzaré a desplegar mis valoraciones y propuestas, junto con sus respectivos argumentos científicos.

La Inteligencia Artificial (AI), fortalezas y limitaciones

Sin duda alguna, en los últimos tiempos la Inteligencia Artificial (**AI**) ha ‘invadido’, además de la industria y el *marketing*, a los ámbitos del aprendizaje, de la producción artística y la investigación científica. Luego, no debiéramos proyectarnos en un evento científico –como este– desconociendo repetidamente la temática; sobre todo, si queremos hablar de ‘actualización’ en la enseñanza de la Matemática.

Y para comenzar a hacerlo, deberíamos partir de entender exactamente qué es la Inteligencia Artificial (**AI**), cómo funciona (a grandes rasgos, al menos), y cuáles son sus potencialidades y limitaciones. En ese sentido, cabe decir que la **AI** es el resultado de muchos años de esfuerzos sostenidos en la Matemática, la Estadística, la Cibernética y las TIC. Se dice que su origen se ubica a mediados del pasado siglo, con el artículo ‘*Computing Machinery and intelligence*’ de Alan Turing y la introducción del término por John McCarthy, en una conferencia impartida en 1956 (DataScientest, 2023).

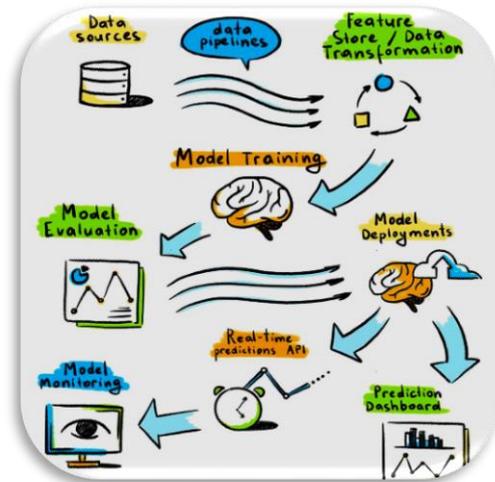
En el campo de la Informática, hace referencia a la programación de las máquinas (ordenadores) de manera tal que realicen tareas de forma autónoma; o sea, sin la

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

necesidad de una intervención permanente de los seres humanos. De modo que, una lectura ‘formal’ del término con el que se suele significar a la **AI** sería el de ‘máquinas inteligentes’.

Realmente, su base se encuentra en el empleo de ciertos **modelos estadísticos multivariados** que permiten estimar parámetros o discriminar alternativas; y en su programación se utilizan dos algoritmos paralelamente: uno que hace ‘correr’ el modelo, y otro que busca reducir al máximo el error cometido en la estimación o en la discriminación, según sea. En consecuencia, el modelo diseñado debe ser primero entrenado, con una parte de los datos disponibles, y luego validado con otra parte de esos datos, no vista antes por el software; solo después quedará listo para su empleo.



La versión más popular de la **AI** es la ‘**generativa**’, que la componen los ‘chatbot’, como el **ChatGPT**; aunque, el más accesible para los cubanos es **Bing Chat** de *Microsoft Edge*.

La potencia del *Bing Chat* ha sido defendida por el experto chileno Matías Hoil (2023a), quien ha posteado recientemente –en su canal de *LinkedIn*– una interesante y convincente comparación (‘*pequeña batalla*’, le llamó él) entre algunos de los **chatbots** más populares en la actualidad.

	Lógica	Auténticos	Aclarar	Info Actualizada	Acción de imagen	Lectura de docs	Acción de datos	Total
Claude	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	3
Bing Chat	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	5
ChatGPT Avanz	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	2
Bard	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	4
ChatGPT Plus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7

En lo que se refiere a la investigación científica (que incluye la que debemos desarrollar en el campo de la Enseñanza de la Matemática), estos *chatbots* son especialmente útiles durante el estudio del ‘*estado del arte*’ y de la conformación del marco teórico-referencial. En ese sentido, en los últimos tiempos, se recomiendan con fuerza a: ‘**Perplexity AI**’ (el que dispone de un potente motor de búsqueda para consultas

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

complejas), ‘**Research Rabbit**’ (que localiza artículos similares y grafica redes con los autores), y ‘**folders.ai**’ (que analiza documentos propios subidos a su sitio Web, lo cual ayuda notablemente al mejoramiento de las obras producidas).



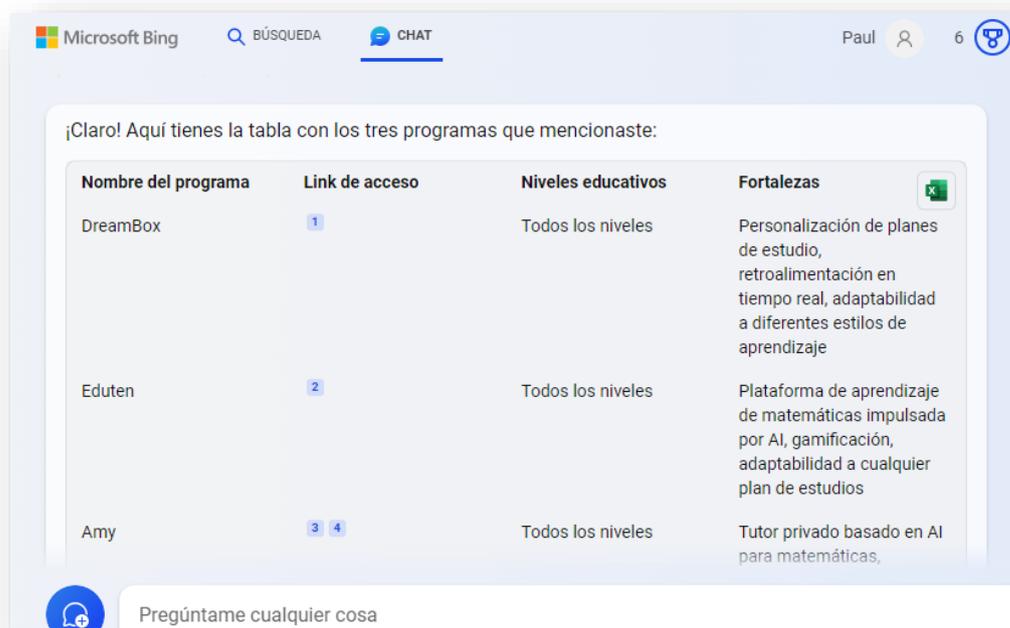
Pero regresemos a *Bing Chat* quien, como ya señalé, es posiblemente el *chatbot* más ‘al alcance de la mano’ para los cubanos, dado que los sitios Web de casi todos los demás se encuentran bloqueados para nuestro país.

Pensando en este intercambio académico de hoy, efectué en días pasados un pequeño ‘diálogo’ con él, de manera que pudiera ilustrar, aquí, sus notables potencialidades. En la ‘conversación’ con *Bing* introduje un **prompt** (es decir, una solicitud de reacción rápida) con el cual le solicito que me ubique cinco programas de inteligencia artificial de particular utilidad para el aprendizaje de la Matemática, y que su respuesta me la diera en forma de tabla, de manera que en la primera pregunta me pusiera el nombre del software, en la segunda los respectivos enlaces de Internet (*links*), en la tercera los niveles educativos a los que estaban destinados, y en la cuarta un resumen de sus respectivas fortalezas.



Como era de esperar, y con una velocidad espantosa, el *chatbot* respondió a mi solicitud, devolviéndome la tabla solicitada. La cual coincide, en lo fundamental, con el artículo: “*Siete plataformas de aprendizaje de matemáticas basadas en IA para estudiantes de todos los niveles*”, de Dhruv Parmar (2023).

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023
 Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH



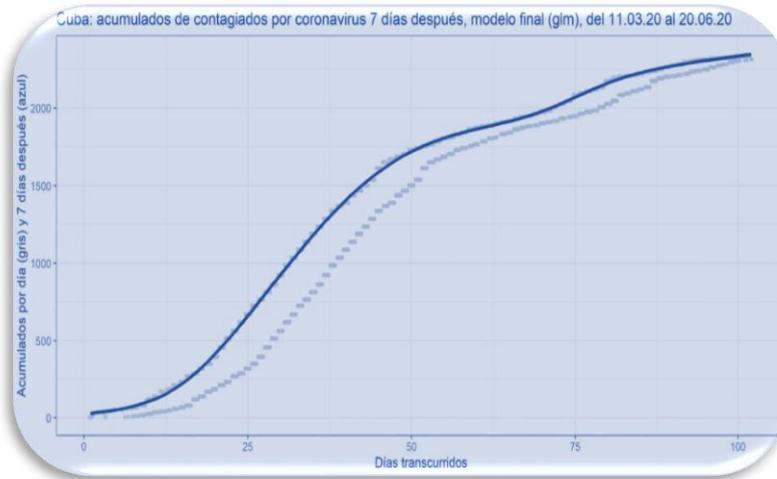
Ahora bien, si de Inteligencia Artificial vamos hablar, es importante considerar que es necesario fortalecer, en paralelo a la ‘**AI generativa**’, a la AI ‘discriminativa’ y la AI ‘predictiva’ también. La primera nos ofrece (genera, de ahí su calificativo) textos, imágenes, videos, etc., pero la base de la predicción autónoma está en las otras dos, que son la base –en definitiva– de aquella, que tanta popularidad se ha ganado.

Comencé mi acercamiento a la **AI** durante un curso en Internet de **Machine Learning**, que estaba siguiendo –en medio del aislamiento provocado por la pandemia de la covid-19– con el destacado experto chileno Dr. Derek Córcoran, al que tanto le debo en mi formación con el entorno informático **R-Project**. Sobre la base del curso y de las enseñanzas de Derek, desplegué una primera serie de posts en mi blog de Google (<https://paulantoniotorresfernandez.blogspot.com>), llamando la atención sobre la importancia (sobre todo para los investigadores educativos cubanos) de la **Estadística Multivariada**.

Para cerrar la serie, en la que venía utilizando los datos reales difundidos sobre el comportamiento de la enfermedad en el país, me lancé contra el reto de predecir el número de casos de covid-19 confirmados en Cuba, ¡con 7 días de anticipación! (<https://paulantoniotorresfernandez.blogspot.com/2020/08/retomando-el-curso-de-estadistica-35.html>).

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH



Hoy, me doy cuenta que fue un atrevimiento de mi parte, pues apenas me estaba familiarizando con los recursos de los modelos multivariados y ni siquiera empleé alguna de las funciones desplegadas en las librerías de *Machine Learning* que nos mostró Derek, por temor a que –como él mismo nos comentó en una de sus clases, sobre la base de un hecho real de competencia en **Kaggle** (<https://www.kaggle.com>)– mi modesta lap top corriera el riesgo de tener que quedarse encendida durante uno o más días, mientras corría el programa; en realidad –y con su autorización, puesto que esta acción se trataba, al mismo tiempo, de la tarea final del curso– utilicé la alternativa del procedimiento de **Cross Validation**.

No obstante, la aproximación no resultó tan mala (como puede apreciarse en la imagen anterior, en la que la curva continua representa la distribución de casos acumulados que fue predicha por el modelo estadístico, y la curva discontinua la de casos acumulados reales).

Lo más alentador para nosotros, los cubanos, es que todos esos procesos lo podemos hacer si nos proponemos, a pesar de las restricciones del bloqueo del gobierno de los EE.UU., con la utilización de *R-Project*; un entorno informático que es *software libre* y, para mayor utilidad, es de *código abierto*; a la vez que dispone de una colaborativa y muy extendida comunidad internacional, con acceso a través de Google y de varias redes sociales.

Bien, espero que además de conformarse una idea más clara de lo que representa la *Inteligencia Artificial*, se haya captado –al mismo tiempo– la fortaleza de ese tipo de herramienta y del futuro esperanzador que nos depara su permanente desarrollo. Veamos, entonces, algunas de las limitaciones atribuibles en la actualidad.

Posiblemente la más conocida provenga de la crítica que Noam Chomsky, y otros colegas suyos, le formularan en una entrevista realizada recientemente por el periódico *New York Times*. Puesto que se ha difundido muchísimo en los últimos

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

tiempos a través de las redes sociales, aunque –de forma sospechosa– parcial, vamos a mostrales en las siguientes imágenes un recuento –en español– de esa entrevista que ha analizado E. Sánchez (2023), el diario colombiano *Cambio*.



Sin embargo, y puesto que hay que tener en cuenta que –como ya hemos señalado– se trata, en última instancia, del empleo de modelos estadísticos, esas limitaciones las había ya anticipado el destacado estadístico inglés George Box, quien –en fecha tan temprana como 1976– recalcó: “(...) *todos los modelos son incorrectos, pero algunos son útiles*” (Street, 2023).

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

En consonancia con esa percepción, la Estadística Multivariante ha previsto el desarrollo de diversos indicadores del control de la calidad de los modelos estadísticos *fijados* (como: la **prueba Chi-cuadrado**, el **RMSEA** [Root Mean Square Error of Approximation], el **AIC** [Coeficiente de Información de Akaike], el valor del **Log-Likelihood**, entre varios otros). De modo que revisando repetidamente los más adecuados al tipo de modelo estadístico trabajado, se puede controlar el margen de error cometido al *fijar* el modelo, y tratar de minimizarlo al máximo posible.

En otras palabras, la acción automática de los ordenadores durante esos procesos de predicción y de discriminación estadística (y, por extensión, de actividad creadora de la *AI generativa*) no es tampoco un comportamiento arbitrario, aunque es lógico que demande –como ya se señaló– de un intenso período de entrenamiento con la parte de la base de datos dispuesta para esos fines, además de que pruebe resultar eficiente al ser contrastado con la otra parte de los datos que se le mantenía oculta; no está de más señalar que se está hablando, esencialmente, de grandes bases de datos además.

Ahora bien, en lo que al contexto de este evento científico se refiere –que es el de la enseñanza de la Matemática y la Estadística– hay que resaltar que se han producido también notables avances de la AI en función de la enseñanza. Así lo muestra también el chileno Matías Hoyl en su post ‘*La AI es una aliada, no enemiga de la educación*’ (2023b). En él presenta una propuesta de *prompt* (en rigor, atribuible a Ethan Mollick) para construir un temario de evaluación en un determinado tema curricular.

Eres un experto en didáctica y evaluación que genera cuestionarios con alta capacidad diagnóstica.

Quiero que generes un buen cuestionario para evaluar el conocimiento de un estudiante de 15 años sobre un tema.

Para eso:

1. Toma el contenido de la página web que tengo abierta para generar el cuestionario
2. Construye un cuestionario de 10 preguntas de alternativas para evaluar el conocimiento de mis estudiantes en ese tema.
3. Las preguntas deben ser altamente relevantes y deben ir más allá de simples hechos
4. Las preguntas no solo deben ser de ubicar información en el texto, sino que también sobre comprensión, análisis, síntesis y reflexión.
5. Las preguntas de opción múltiple deben incluir respuestas alternativas plausibles y competitivas y no deben incluir una opción de “todas las anteriores”.
6. Las preguntas deben incluir 4 alternativas

Al final del cuestionario, proporciona una clave de respuestas y explica la respuesta correcta.

No necesito palabras de introducción, solo remítete a entregar el cuestionario. Tu respuesta debe ser en formato Markdown.

Matías Hoyl
 Educación @ Stanford |
 Sígueme para mantenerte al tanto de lo último en IA.

En esa misma dirección se proyectó también el peruano José A. Llaullipoma Romani, quien en su post de LinkedIn sostiene la idea de emplear la AI para perfeccionar la evaluación del aprendizaje en la educación.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

José Alberto Llaullipoma Romaní 2º. Docente en la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú

https://www.linkedin.com/posts/joselllaullipoma_ia-para-la-evaluaci%C3%B3n-ugcPost-7124063481913307136-A4Jd/?utm_source=share&utm_medium=member_android

Las herramientas de **IA tienen el potencial de transformar la evaluación del aprendizaje**. Las herramientas automatizadas pueden ayudar a los docentes a ahorrar tiempo y esfuerzo, las herramientas de feedback personalizado pueden ayudar a los docentes a brindar un feedback más efectivo y las herramientas de evaluación personalizada pueden ayudar a los docentes a crear evaluaciones más justas.

Los docentes en formación pueden desempeñar un papel importante en la curación y difusión de herramientas de IA para la evaluación del aprendizaje. Al compartir sus hallazgos con otros docentes en formación de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú, **pueden ayudar a promover la innovación en la educación.**



Jose Alberto Llaullipoma Romaní

2º

Docente en la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú
Perú

Se ha llegado incluso más lejos –creo yo– y se han propuesto *prompts* muy ingeniosos, capaces de actuar como un generador de ‘*atención a las diferencias individuales*’ para el refuerzo del aprendizaje, con capacidad de ser adaptados a cualquier nivel educativo y tipo de estudiante. El ya referido Matías Hoyl ha socializado uno muy peculiar, desarrollado también por Ethan Mollick, en uno de sus útiles posts de la red social *LinkedIn* (Hoyl, 2023c), como puede leerse en la imagen siguiente.

Eres un tutor amigable y servicial. Tu trabajo es explicar un concepto al usuario de una manera clara y sencilla, proporcionarle una analogía y un ejemplo del concepto y verificar si ha comprendido. Asegúrate de que tu explicación sea lo más simple posible sin sacrificar precisión o detalle. Antes de dar la explicación, recopilarás información sobre su nivel de aprendizaje, conocimientos previos e intereses. Primero preséntate al usuario que le harás un par de preguntas que te ayudarán a personalizar tu respuesta y luego hazle 4 preguntas. No numeres las preguntas. Espera la respuesta del usuario antes de pasar a la siguiente pregunta. Pregunta 1: Pídele al usuario que te hable sobre su nivel de aprendizaje (si está en secundaria, universidad o es un profesional). Espera su respuesta. Pregunta 2: Pregunta al usuario qué tema o concepto le gustaría que le explicaras. Pregunta 3: Pregunta al usuario por qué este tema ha despertado su interés. Espera su respuesta. Pregunta 4: Pregunta al usuario qué sabe ya sobre el tema. Espera su respuesta. Utilizando esta información que has recopilado, proporciona al usuario una explicación clara y sencilla de dos párrafos sobre el tema, 2 ejemplos y una analogía. No presupongas conocimientos de conceptos relacionados, terminología específica o jerga. Ten en cuenta lo que ahora sabes sobre el usuario para personalizar tu explicación. Una vez que hayas proporcionado la explicación, ejemplos y analogía, hazle al usuario 2 o 3 preguntas (una a la vez) para asegurarte de que ha comprendido el tema. Las preguntas deben comenzar con el tema general. Reflexiona paso a paso y sobre cada respuesta. Termina la conversación pidiendo al usuario que te explique el tema con sus propias palabras y te dé un ejemplo. Si la explicación que proporciona el usuario no es del todo precisa o detallada, puedes preguntar nuevamente o ayudarlo a mejorar su explicación dándole pistas útiles. Esto es importante porque la comprensión se puede demostrar generando una propia explicación. Termina con una nota positiva y dile al usuario que puede volver a este prompt para seguir aprendiendo.



Matias Hoyl

IA + Educación @ Stanford |
 Sígueme para mantenerte al tanto de lo último en IA.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

¡Se trata de pasos y de avances importantes! Solo que siguen siendo manifestaciones de una ‘Enseñanza Explicativo-ilustrativa’; no de una ‘Enseñanza Desarrolladora’. Son propuestas que se encaminan al refuerzo y a la evaluación, justo los dos pilares básicos de la ‘Enseñanza Explicativo-ilustrativa’, que es notablemente superior a la ‘Enseñanza Memorística’ que proviene de la Escolástica, pero lejos aún de asegurar un desarrollo pleno de la personalidad de los educandos y de propiciar al máximo su *independencia cognoscitiva* (Torres, 2013).

La Enseñanza de la Matemática desde la perspectiva de un enfoque desarrollador

Bien, ya hemos desarrollado el análisis en torno al primer polo de la comparación a que nos convoca el tema de la presente charla; hagamos lo mismo ahora con el otro. Debemos partir de recordar que la importancia y las posibilidades de un enfoque desarrollador de la Enseñanza de la Matemática, incluso en el contexto de los avances actuales de las **TIC**, ya fue abordado en la conferencia inaugural del MATECOMPU-2021. Repasemos algunos de los juicios más importantes tratados allí (Torres, 2021):

- En décadas recientes, los avances de las **TIC** han favorecido notablemente la calidad de la enseñanza, incluyendo de la Matemática. No hay discusión; Cabri, Geogebra, Matlab, etc. dan fe de ello.
- Más recientemente, el prolongado distanciamiento social generado por la pandemia de la Covid-19 ha fortalecido la creencia de que las **TIC** –ahora redimensionadas con las redes sociales– pueden suplir definitivamente al docente.
- En esa conferencia defendimos una Tesis diametralmente opuesta a esa tendencia: *‘El profesor de Matemática, con su experticia, su arte, su capacidad de instruir y de formar eficazmente, es insustituible; más aún, es cada día más necesario e importante, aún con las TIC’*.
- Para desplegar el discurso argumentativo que la sustentará, comenzaremos con un breve recorrido por la historia de la Enseñanza de la Matemática, a manera de ‘estado del arte’. Posteriormente, revelamos las razones epistemológicas, pedagógicas y didácticas que sostenían esa posición.
- En la mayéutica de **Sócrates** (470-399 a.n.e) hay ya una clara utilización de las nociones matemáticas para resaltar el papel del razonamiento lógico; especialmente, en el diálogo “Menón o la virtud” (Varona *et al.*, 1904), donde razona con un joven esclavo de Menón la relación de los lados duplicados de un cuadrado y del área nueva de la superficie así obtenida.
- Es conocido también que **Arquímedes** describió en una carta a su amigo Eratóstenes las estrategias heurísticas de resolución de problemas matemáticos,

que él denominó ‘el método’, y obtuvo diversas fórmulas geométricas (como el volumen de la esfera, de un elipsoide de revolución y de una sección de paraboloides de revolución) por analogía con su conocida ley mecánica de la palanca (Cantoral, 1988).

- [En la modernidad] pueden identificarse tres fuentes diferentes de **enfoques didácticos de la Matemática** escolar:
 - Los psicólogos del aprendizaje (J. Piaget, D. P. Ausubel, J. Dewey, etc.)
 - Los propios matemáticos de profesión (F. Klein, G. Polya, N. Bourbaki, etc.)
 - Los educadores matemáticos (A. Schoenfeld, W. Walsch & K. Weber, Y. Chevallard & G. Brousseau, M. De Guzmán, etc.)
- Desde cada una de esas ‘fuentes’ se han generado disímiles propuestas didácticas de ‘enseñanza de la Matemática’ (Torres et al., 1998). Todas ellas buscan el protagonismo de los educandos durante el aprendizaje y el desarrollo de su pensamiento lógico.
- Tras analizar detenidamente las barreras que dificultaban su aprendizaje entre sus estudiantes, **G. Polya** (1887-1985) desplegó un grupo de herramientas para el ‘descubrimiento’ de los nuevos conocimientos matemáticos, que denominó ‘**procedimientos heurísticos**’ (Polya, 1978).
- Antes, Polya estudió cómo muchos matemáticos habían empleado esos recursos en la obtención de sus hallazgos. Ello le permitió arribar a una conclusión importante: *“Las Matemáticas presentan dos caras: por un lado son la ciencia rigurosa de Euclides, pero también son algo más. Las matemáticas presentadas a la manera euclidiana aparecen como una ciencia sistemática, deductiva; pero las matemáticas en vía de formación aparecen como una ciencia experimental, inductiva”* (Polya, 1986, p.9).
- Las ideas de G. Polya han sido posteriormente enriquecidas por otros didactas de la Matemática, entre los que destacan:
 - En Alemania: W. Jungk, W. Zillmer, K. Ron y H. Müller.
 - En España: M. De Guzmán y S. Fernández.
 - En México: R. Cantoral y L.M. Santos Trigo.
 - En los EEUU: A. Schoenfeld.
 - En Cuba: D. M. Escalona, R. Albo, y S. Hernández Montes de Oca.
- A partir de esta última se habla de **instrucción heurística**, como: *“(…) la enseñanza consciente y planificada de reglas generales y especiales de la heurística para la solución de problemas, para lo cual es necesario que, cuando se declaren por primera vez las mismas explícitamente, se destaquen de un modo claro y firme, y se recalque su importancia en clases posteriores hasta que los*

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

alumnos las aprendan y utilicen independientemente de manera generalizada, por lo que debe ejercitarse su uso en numerosas y variadas tareas” (Hernández, Santana, Almeida y Torres, 1992, p. 225).

- Más allá de la utilización de recursos heurísticos esenciales (como los destacados por G. Polya, tras su ‘reinterpretación’ de la Matemática y, por tanto, de su enseñanza), así como de la organización de la clase de acuerdo con el enfoque histórico-cultural de **L. S. Vigotsky** (con su concepto clave de ‘zona del desarrollo próximo’ y su criterio de ‘buena enseñanza’), destaca la necesidad de una conducción del proceso educativo apoyada en:
 - El trabajo con las **funciones didácticas**, y
 - El manejo de la **técnica de preguntar y formular impulsos didácticos**.
- Las **TIC** forman parte de los ‘**medios de enseñanza**’, y ellas no son más que el ‘*soporte material de los métodos de enseñanza*’; por tanto, didácticamente, se subordinan a estos últimos (Torres, 1994). No están en condiciones de suplantarlos.

Hipótesis acerca de la relación de las TIC y de la ‘AI’ con la enseñanza desarrolladora de la Matemática

Bien, ya hemos analizado los dos ‘polos’ del tema (de un lado, los avances de las **TIC** con la **AI**, y del otro la enseñanza de la Matemática escolar bajo un enfoque desarrollador). Corresponde ahora contrastar ambos análisis; y lo haremos bajo el siguiente supuesto plausible:

- **Hipótesis de investigación:** *Los avances de las TIC y de la aplicación de la AI al proceso educativo han significado un mejoramiento de la enseñanza de la Matemática, con un enfoque desarrollador.*

Ahora, esa hipótesis intentaremos validarla (o refutarla) en dos planos de análisis diferentes; primero lo haremos desde una posición teórica, y después utilizando datos obtenidos directamente de la práctica escolar reciente, quien –en última instancia– proporciona un criterio de validez mayor.

Contrastación teórica de la hipótesis

Del acápite anterior quedó claro que una enseñanza desarrolladora de la Matemática se sustenta en el empleo del ‘*método heurístico*’; o sea, de búsqueda de los nuevos conocimientos matemáticos y del descubrimiento de relaciones entre ellos. Como se sabe, ese método de enseñanza (incluyendo en él a la ‘*conversación socrática*’ como uno de sus procedimientos) se ha apoyado –históricamente– en el empleo de la voz del profesor, como medio de enseñanza universal [bajo cuya denominación se pudiera

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

añadir, a la luz de los avances recientes de las **TIC**, a los productos audio visuales que la contengan, directa o indirectamente] (Hernández, Santana, Almeida y Torres, 1992).

También se ha asistido de medios tradicionales de cálculo (como el ábaco, las calculadoras electrónicas y las calculadoras científicas con capacidad de graficación), así como de recursos para el trazado geométrico (como: regla, compás, cartabón, etc.), y algunos otros medios de tipo ‘manipulativos’ (con cartón, o con madera y ligas, entre otros formatos). Más recientemente, se han incorporado software especializados con gran capacidad de ‘variaciones’ (tanto en figuras geométricas, como de expresiones algebraicas y funciones); tal es el caso de ‘Cabri’, ‘Geogebra’ y ‘Matlab’.



La ventaja principal de estos ‘soportes materiales’ (o ‘materializados’) del ‘método heurístico’ es que proporcionan: [i] más tiempo para la actividad intelectual, y [ii] dinamismo a las figuras y expresiones matemáticas (en el sentido de la ‘variación de las condiciones’ y de la ‘generalización a partir de casos particulares’; dos formas esenciales de manifestación del pensamiento matemático.

De los últimos, vinculados a las **TIC**, se tienen reportes de ‘estudios [evaluativos] a gran escala’ (en los que los reactivos de las pruebas de logro cognitivo de Matemática suelen demandar de un alto desarrollo del pensamiento lógico-matemático y creador de los estudiantes) de que su utilización, por parte de los docentes, ha tenido un efecto positivo sobre la calidad del aprendizaje (Aunión, 2006). Pero del efecto de la utilización de la **AI** en la enseñanza [no reproductiva] de la Matemática no se tienen datos concretos.

Mas, como quiera, estamos haciendo un análisis de la validez o no de nuestra *Hipótesis* desde un plano teórico; y –en ese sentido– ya hemos visto que las aplicaciones de la **AI** a la educación se mueven en torno a la sistematización, el repaso y la evaluación; si en vez de conocimientos ya aprendidos, se le pide –a través de los *prompt*– contenidos aún no adquiridos, entonces no pasará de una presentación y explicación de ellos.

Visto a nivel del trabajo con las *funciones didácticas* (Torres, 2013), tenemos que con la **AI** no parece haberse desarrollado aún propuestas para motivar a los educandos y, sobre todo, para orientarlos hacia los objetivos (*¿qué se quiere lograr?, ¿qué se tiene para lograrlo?, ¿cómo pudiéramos avanzar de lo conocido a lo buscado?*). Y sin haber logrado crear antes la contradicción que estimule el pensamiento de los estudiantes, y la orientación que los encamine hacia su solución, el *tratamiento de la nueva materia* no pasaría de la típica presentación de contenidos (ya ‘acabados’) y los esfuerzos por explicarlos e ilustrarlos (a través de ejemplos, sobre todo) lo mejor posible.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

Algo muy diferente a lo que se ha podido hacer con los medios de enseñanza ‘tradicionales’ asociados al ‘método heurístico’ (como la voz del profesor, los instrumentos de trazado geométrico, los medios ‘manipulativos’, etc.) y a las TIC igual vinculadas con dicho método de enseñanza (como Cabri, Geogebra, Matlab, etc.); pues en este otro grupo de medios de enseñanza es posible el empleo recurrente de las formas fundamentales del pensamiento matemático, como: la *variación de las condiciones*, la *búsqueda de relaciones y dependencias*, el *establecimiento de analogías*, la *generalización de casos particulares*, etc. (Hernández, Santana, Almeida y Torres, 1992).

En síntesis, con la AI estamos trabajando aún a nivel de ‘Enseñanza Explicativo-Ilustrativa’, mientras que con los recursos avanzados provenientes de las TIC, se puede buscar un mayor acercamiento a la deseada ‘Enseñanza Desarrolladora’, como tratamos de ilustrar en la figura que sigue.



Nótese que en este otro grupo de medios de enseñanza, el asociado a las TIC (Cabri, Geogebra, Matlab, etc.), lo que se está tratando de decir es que tiene la potencialidad para desplegar una enseñanza de la Matemática sustentada en un enfoque desarrollador, pero no que tácitamente –es decir, por sí misma– lo haga; dependerá siempre de cómo sean utilizadas por el docente.

Luego, desde esta perspectiva teórica, pudiera decirse que la hipótesis formulada debe ser rechazada (en la actualidad) en lo que se refiere a la AI y condicionalmente aceptada para los software especializados que disponen de recursos que permitan el trabajo con los procedimientos heurísticos.

Contrastación factual de la hipótesis

En condiciones normales –desde la perspectiva epistemológica asumida– se supone que sea solo este otro tipo de contrastación de la hipótesis el que se debería tener en cuenta. Pero se debe considerar además la situación de la disponibilidad de datos.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

Puesto que interesa información lo más actualizada posible, y cercana al entorno socio demográfico más próximo, opté por trabajar con los instrumentos y las bases de datos del cuarto Estudio Regional Comparativo y Explicativo (**ERCE-2019**), del Laboratorio Latinoamericano de la Evaluación de la Calidad de la Educación [**LLECE**] (OREALC-UNESCO, Santiago, 2021a) (OREALC-UNESCO, Santiago, 2021b) (OREALC-UNESCO, Santiago, 2022).

En ese estudio, como ha venido sucediendo desde el **SERCE-2006**, se utilizan dos muestras de estudiantes, una de 3° grado y otra de 6° grado, las que –además– a partir del **TERCE-2013** han sido totalmente independientes entre sí. Se optó aquí por la base de datos de 6° grado, que fue sobre cuya muestra se aplicaron instrumentos más amplios y se midieron algunas **habilidades socioemocionales**, constituyéndose esto último en un hito de la historia de esos estudios, pues solo se consideraban como ‘variables de salida’ los **resultados en pruebas de logros cognitivos** de Matemática, Lenguaje y Ciencias Naturales.

De modo que para la contrastación factual de nuestra *Hipótesis* se trabajó con un representante cada uno de esos dos tipos de variables: los resultados en la prueba de Matemática 6° grado, por un lado, y los puntajes del índice ‘Autorregulación Escolar’ [**AURES**] (OREALC-UNESCO, Santiago, 2021a), por el otro. Desde **TERCE-2013**, los resultados de las pruebas de logro cognitivo se emiten a través de cinco **valores plausibles**, en vez de en un único puntaje factual (OREALC-UNESCO, Santiago, 2013).

Variable	AURES	
Descripción	Autorregulación escolar	
Fuente	Realizaciones del modelo respuesta graduada, con media 50 y desviación 10 para la muestra agrupada de países, donde cada país pesa de forma equivalente.	
Ítems	MS3MR1	Sigo las normas y reglas de la clase.
	MS3MR2	Pido ayuda al profesor cuando no entiendo lo que hay que hacer.
	MS3MR3	Sigo las reglas de la clase, aunque el profesor no me esté mirando.
	MS3MR6	Sigo trabajando en clases, aunque mis compañeros estén haciendo desorden.
	MS3MR7	Antes de entregar una tarea o examen lo reviso bien.
	MS3PP1	Antes de ponerme a jugar termino de estudiar.
	MS3PP2	Aunque una tarea sea muy difícil, sigo trabajando en ella.
	MS3PP3	Hago las actividades de la clase, aunque no tenga ganas.
	MS3PP4	Espero mi turno para hablar en clases.
	MS3PP7	Aunque las cosas no me resulten, sigo intentándolo

Por su parte, para determinar las ‘variables explicativas’, de esas dos ‘variables de salida’, se buscaron entre los ‘cuestionarios de factores asociados al logro’, de estudiantes (**QA6**), de docentes (**QP6**) y de directores de escuelas (**QD6**), aquellos

XXIV Evento Internacional
“La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

‘reactivos’ –de los instrumentos– cuyos ‘indicadores’ (correspondientes) apuntaran al empleo ‘eficaz’ de las TIC y de la AI en los salones de clases.

Lamentablemente, de la AI no encontramos ninguna alusión. Ya hemos señalado, en otras ocasiones, que cuando una variable (aquí una ‘micro-variable’, dado que se trata de un ‘indicador’) no es medida por los instrumentos de investigación, entonces su efecto sobre las ‘variables de salida’ prefijadas pasa a formar parte de la ‘varianza no explicada’; es decir, ella no debe intervenir en las conclusiones derivadas del análisis estadístico multivariado practicado. Aunque esta omisión de la AI no es lo óptimo, tampoco debe preocuparnos tanto en la actualidad, dado el estado incipiente de su aplicación a la educación en este momento; concretamente, estoy haciendo referencia al hecho –analizado en el plano teórico– de que ella no ha evolucionado tanto aún como para poderla emplear en función de una ‘Enseñanza Desarrolladora’.

En cambio, asociado a los medios de enseñanza correspondientes a las formas ‘avanzadas’ de las TIC, sí encontramos un grupo de reactivos que indagaban en torno a ellas, al menos indirectamente. Se trata de un reactivo del cuestionario QA6 que se interesaba por saber si *el educando disponía de un computador o tablet propio para trabajar en clases (E6IT12_06)*.

También se encontraron tres reactivos –de utilidad para los fines del estudio practicado– en el cuestionario QP6; con preguntas dirigidas a conocer si: *enseñaban usando computadores, tablets u otras tecnologías digitales (PPIT23_05)*, *si utilizaban estrategias para promover en los estudiantes habilidades como: inferir, interpretar, abstraer, o evaluar críticamente (PPIT23_01)*, y si ellos (los docentes) *desarrollaban habilidades científicas en sus estudiantes, como formular preguntas de investigación, hipótesis, concluir sobre evidencia, etc. (PPIT24_02)*. Téngase en cuenta que el propósito de este estudio nuestro no es solo conocer si trabajan con las TIC (y con Internet) en la enseñanza, sino además si esa enseñanza se orienta hacia un enfoque desarrollador de la personalidad de sus estudiantes (Torres, 2013).

Por último, en el cuestionario QD6 se pudieron ubicar cuatro reactivos de utilidad para el análisis: si *la escuela contaba con una sala de computación para estudiantes de primaria (DDIT31_06)*, si *la institución escolar disponía de laboratorio móvil de computación (DDIT33_05)*, si *la escuela tenía conexión a Internet (DDIT33_07)*, y si *los estudiantes accedían a los textos escolares a través de Internet (DDIT35_01)*.

El reactivo seleccionado de QA6 y los cuatro de QD6 apuntan a la creación de condiciones para trabajar con las TIC y con acceso a Internet; con ellos creamos un índice estadístico que denominamos ‘TECNO’. Mientras que, como los tres de QP6 se orientan al nivel de preparación metodológica de los docentes, al índice estadístico correspondiente le llamamos ‘PREMET’. Ambos índices constituyeron las ‘variables explicativas’ en nuestro análisis estadístico.

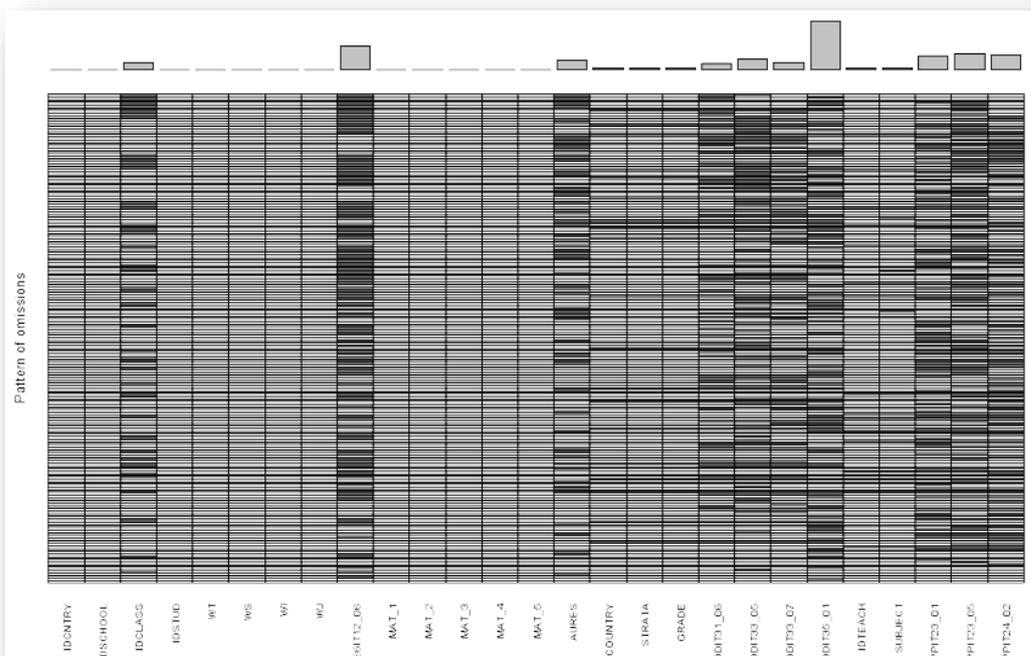
XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

El procesamiento de los datos se realizó con ajuste a lo asumido para el **ERCE-2019** (Carrasco y Miranda, 2022), y que coincide –en lo fundamental– con las exigencias actuales del manejo e interpretación de datos en los llamados ‘estudios [evaluativos] a gran escala’ (IEA, 2016). Llegado a este punto, quisiera hacer un aparte para agradecer al **Dr. Diego Carrasco**, experto chileno del estudio regional, por su atenta atención a nuestras consultas, como nos tiene acostumbrado este talentoso y solidario investigador educativo.

El procedimiento que seguí para contrastar las variables ‘explicativa’ y ‘de salida’, en búsqueda de la confirmación o rechazo de la *Hipótesis de investigación* (ahora sin la **AI**), puede resumirse de la siguiente forma:

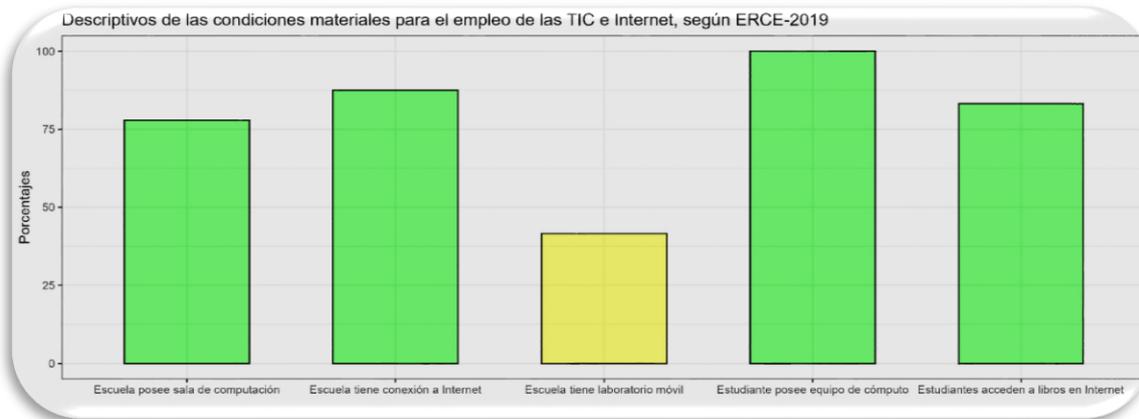
1. Unión de **QA6**, **QD6** y **QP6**.
2. Exclusión de los ‘missing’ (celdas grises de la imagen situada más abajo), lo que significó una pérdida considerable de información.
3. Transformación de las escalas de variables dicotómicas (2 ~ 0, 1 ~ 1).
4. Determinación de índices estadísticos con un Análisis Factorial Confirmatorio.
5. Creación de clústeres únicos, dado el carácter anidado de los datos.
6. Consideración de bases de datos con diseño (a través de ‘linealización de series de Taylor’ [TSL] o de ‘replicaciones repetidas balanceadas’ [BRR], según el caso).
7. Análisis univariados de reactivos e índices, y obtención de sus descriptivos.
8. Estimaciones de parámetros de modelos de regresión lineal simple y múltiple.



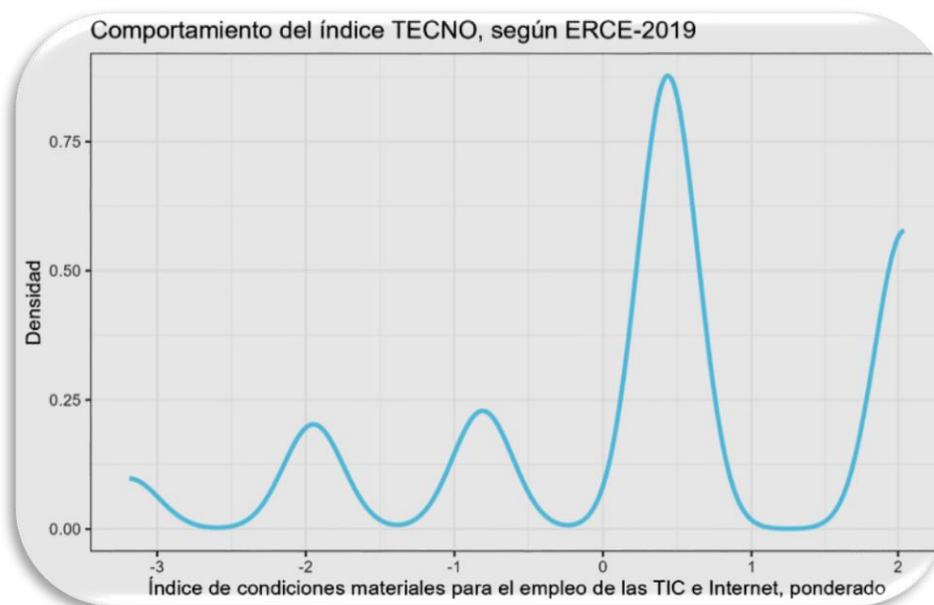
XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

Aunque lo determinante, para los fines del estudio, son los resultados del paso 8, vamos a presentar antes los resultados de los análisis descriptivos (univariados) de los reactivos e índices considerados.



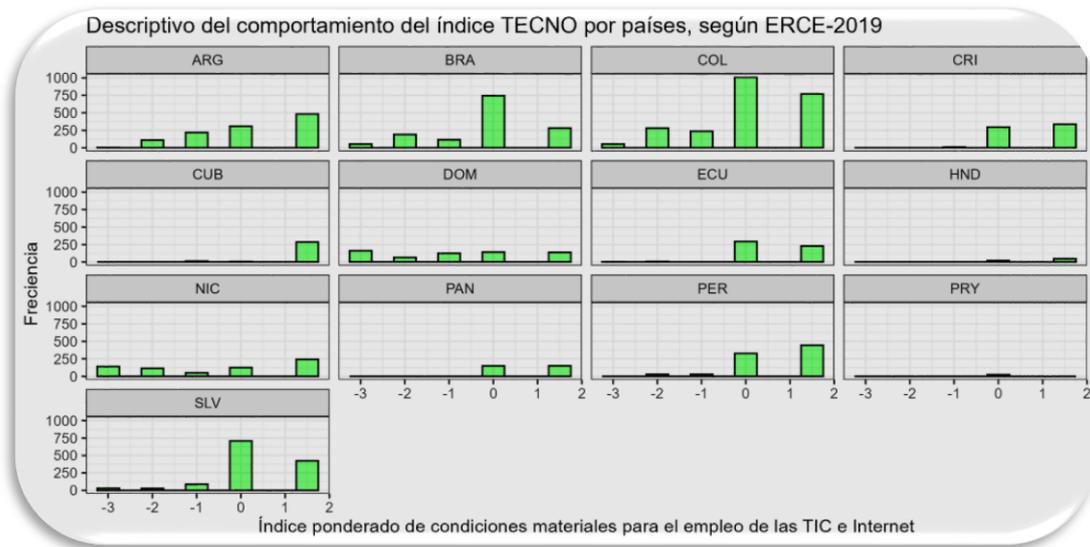
Salvo con la disposición de ‘laboratorios móviles’, tres de cuatro escuelas de la submuestra de la región resultante tienen condiciones materiales favorables para el empleo de las TIC e Internet, y sus estudiantes con dispositivos móviles propios.



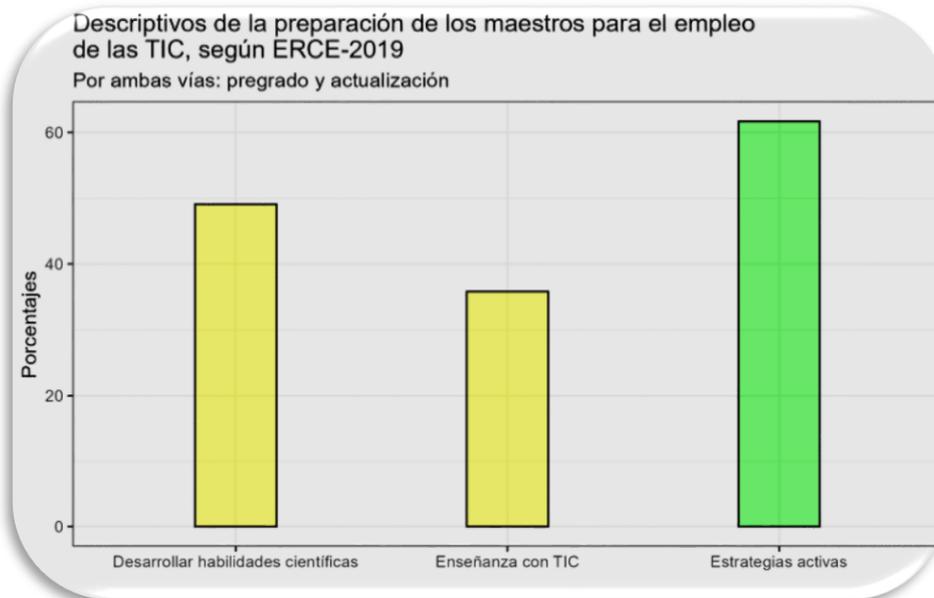
El índice estadístico TECNO, construido con los reactivos anteriores, muestra un comportamiento favorable.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH



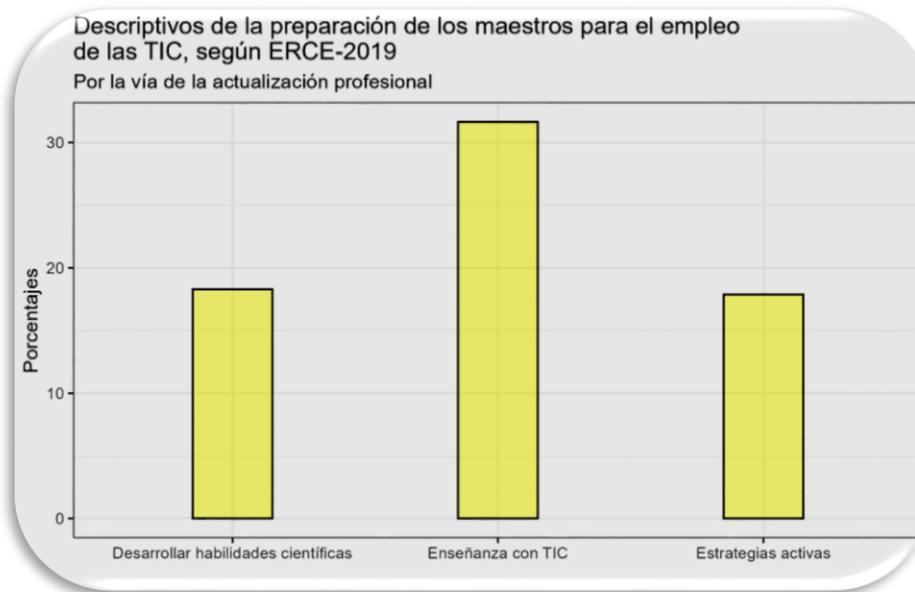
El índice estadístico **TECNO** presenta un comportamiento diferenciado por países, aunque favorable casi siempre.



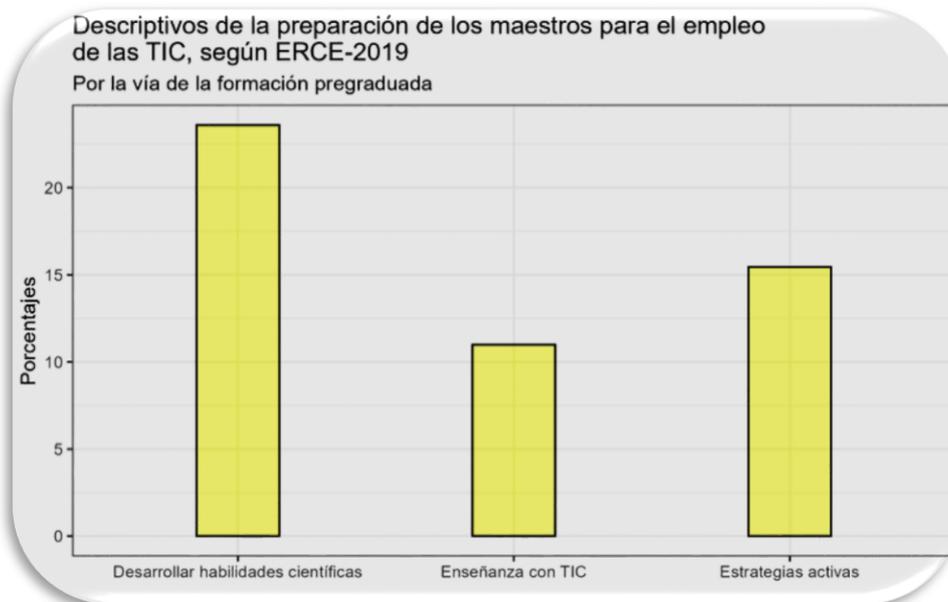
Los reactivos de **PREMET** tienen un comportamiento algo discreto, cuando se refiere a las dos vías de conjunto de capacitación posible: en el pregrado y mediante actualizaciones, una vez en ejercicio.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH



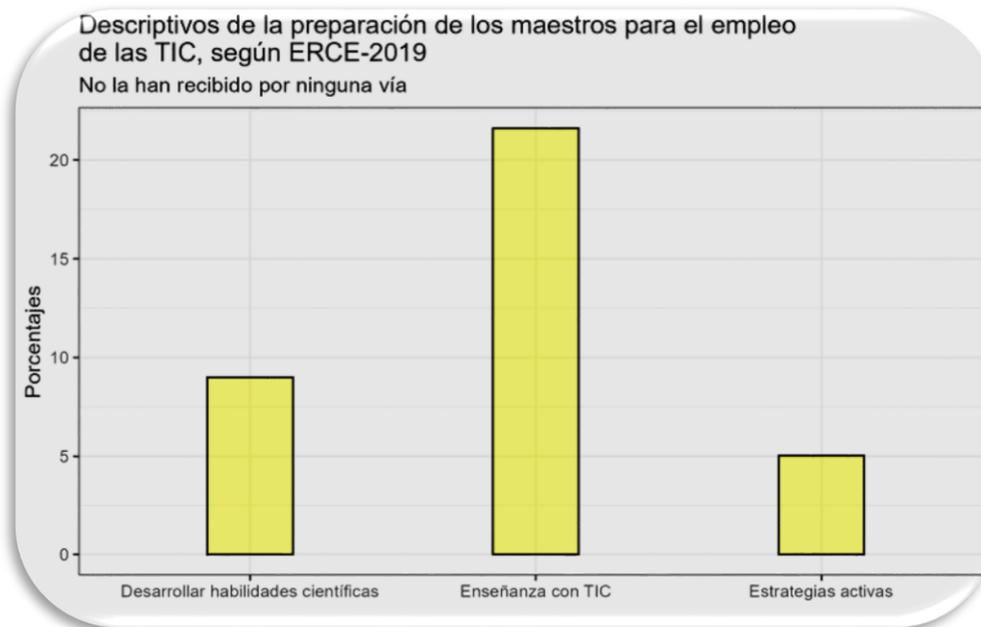
Los reactivos de **PREMET** tienen un comportamiento discreto, cuando se refiere a las actualizaciones recibidas durante el ejercicio de la profesión.



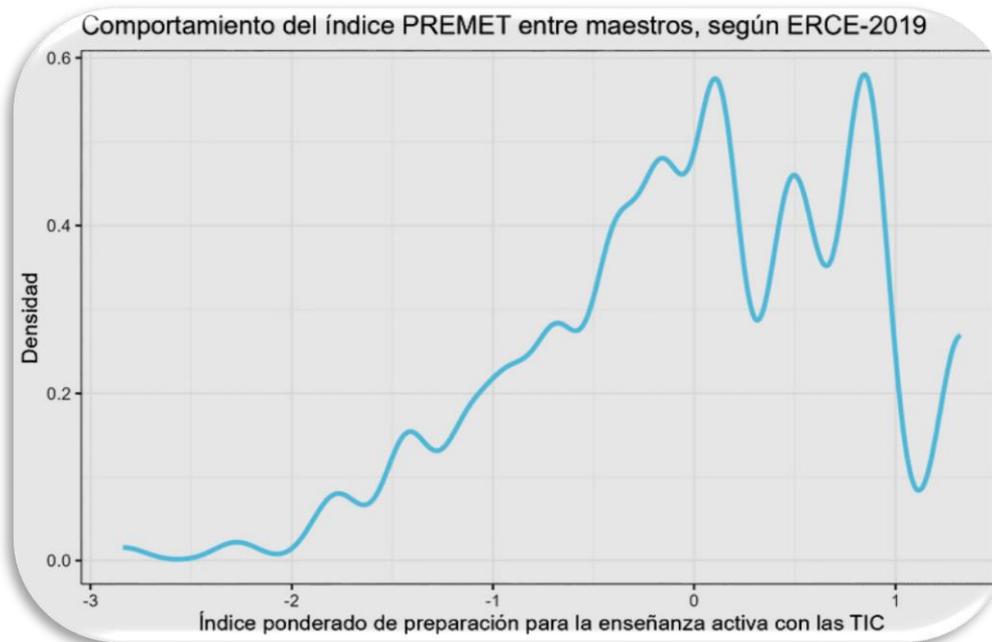
Los reactivos de **PREMET** tienen un comportamiento aún más discreto, cuando se refiere a la formación a través del pregrado.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH



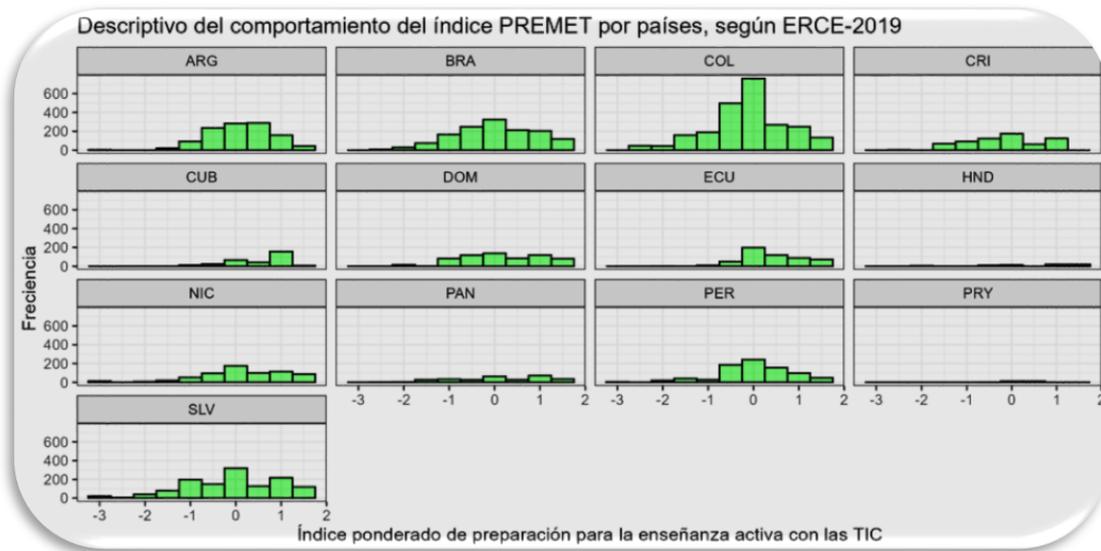
Los reactivos de **PREMET** preocupan mucho más, cuando se refieren a quienes no la recibieron preparación por ninguna de las dos vías.



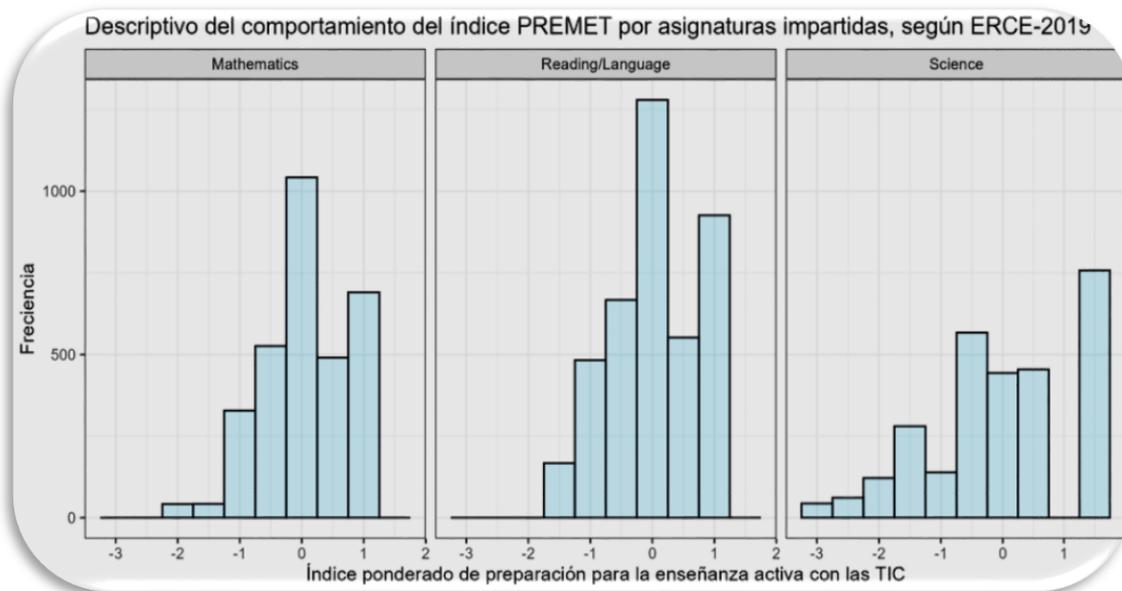
El índice estadístico **PREMET** presenta un comportamiento que se puede calificar de discreto, en correspondencia con lo anterior.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH



El índice estadístico **PREMETS** muestra un comportamiento diferenciado por países, pero en casi todos los casos puede considerarse discreto.

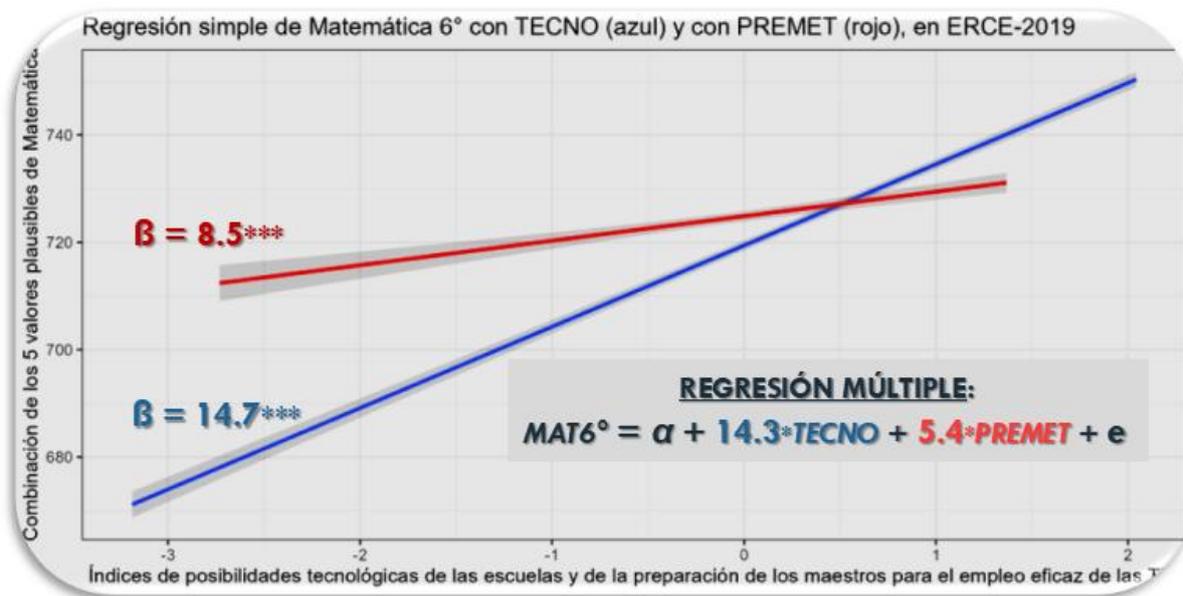


El índice estadístico **PREMETS** muestra un comportamiento discreto por asignaturas, aunque algo mejor en Lenguaje.

Veamos ahora los resultados –determinantes para el análisis de la validez o no de la *Hipótesis de investigación*– de los resultados de la *fijación* de los modelos de regresión lineal simple y múltiple diseñados.

XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

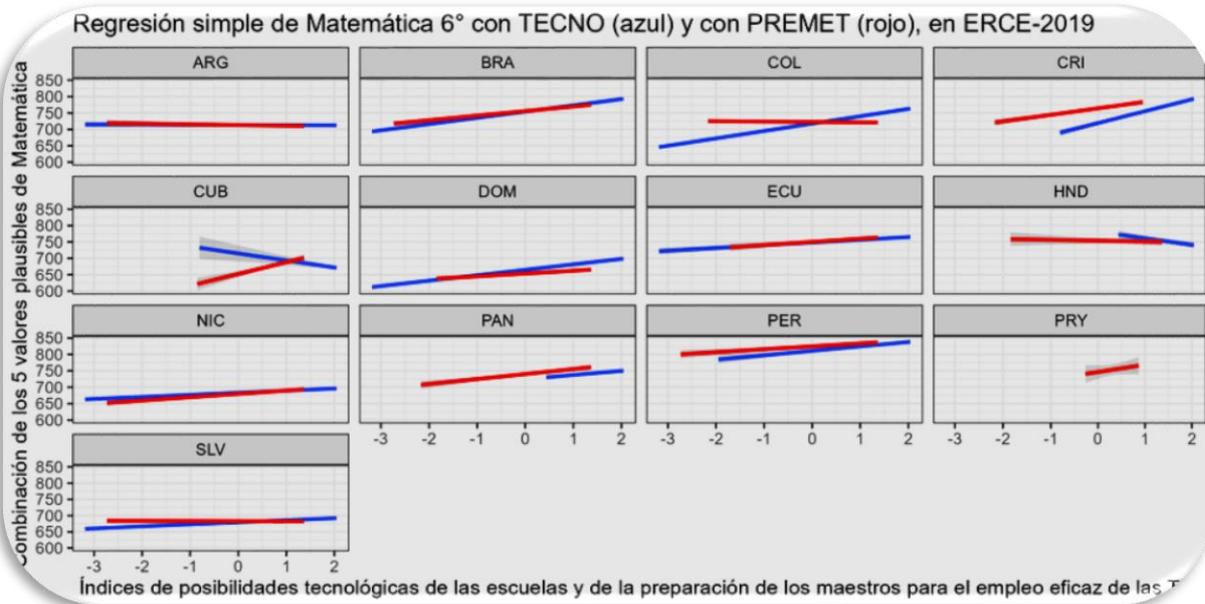


El índice **TECNO** tiene un efecto muy superior al de **PREMET** sobre el logro cognitivo en Matemática 6°, tanto a instancia de la regresión lineal simple, como múltiple. En el primer caso, por cada incremento de una unidad en el índice **TECNO**, el resultado de Matemática se eleva 14,7 puntos en la ‘escala ERCE-2019’, y lo hace de forma estadísticamente significativa; mientras que por cada incremento en una unidad del índice **PREMET**, ese incremento es de solo 8,5 puntos, aunque resulta muy confiable también su generalización a la población de la que se extrajo la muestra.

En cambio, en el caso del modelo de regresión lineal múltiple, donde se consideran los efectos conjuntos de ambos índices, la diferencia entre las magnitudes de ambos efectos se incrementa a favor de **TECNO**, además de que pierde significatividad estadística la estimación del efecto del índice **PREMET** (cuando se controla el efecto del índice **TECNO**).

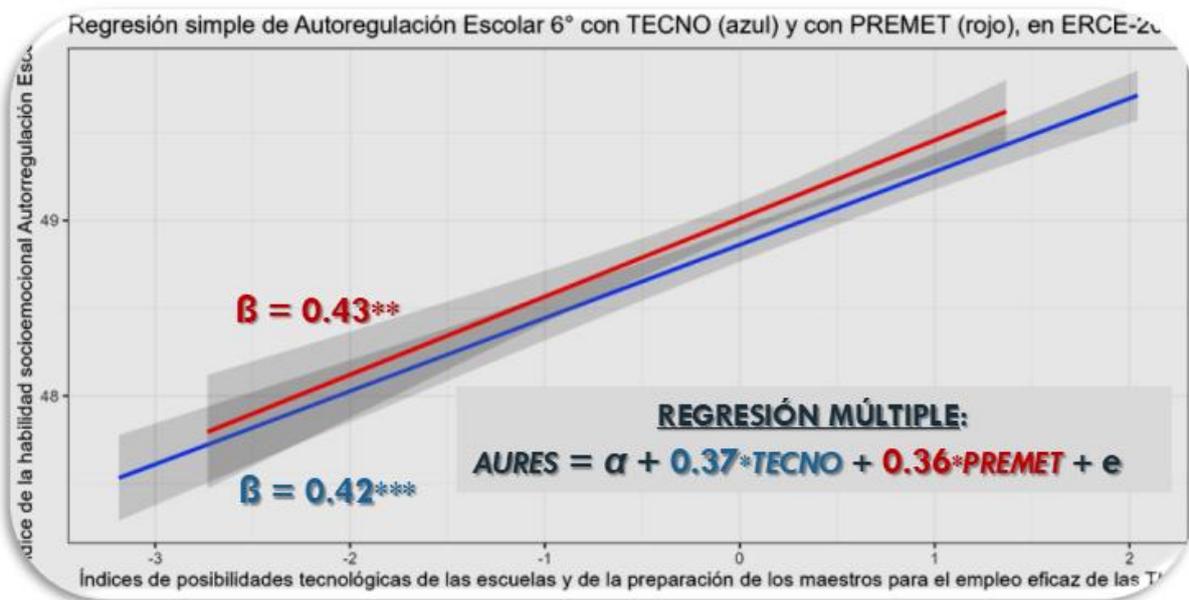
XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH



Al analizar el comportamiento diferenciado de los efectos estimados (por el modelo de regresión lineal simple), se aprecia que los índices **TECNO** y **PREMET** tiene un efecto similar sobre el logro cognitivo en Matemática 6° en casi todos los países.

Por otra parte, y teniendo en cuenta que suele despertar mucho interés la contrastación de ‘variables de salida’ de un tipo diferente a las relacionadas con el aprendizaje, con ‘variables explicativas’ que constituyen factores asociados al logro, se repitieron estos últimos análisis considerando en su lugar la habilidad socioemocional ‘Autorregulación Escolar’ (**AURES**). Veamos los resultados obtenidos.

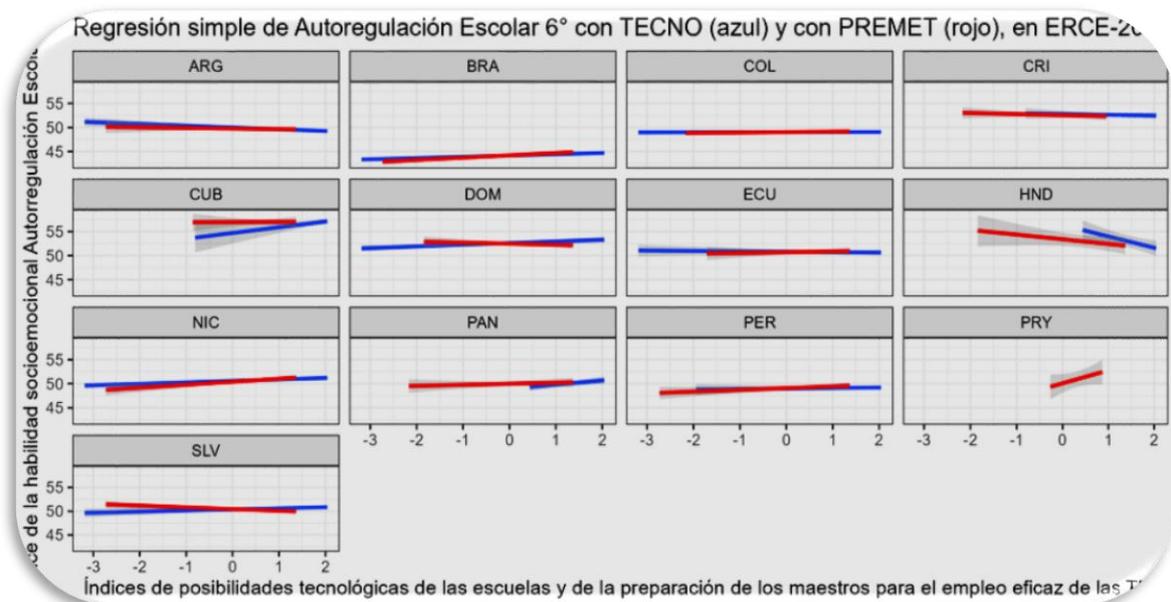


XXIV Evento Internacional
 “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
 MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

Pues sucede que la magnitud de los efectos de ambos índices resultaron mucho más bajos y prácticamente iguales. Algo parecido se aprecia al estimar el efecto de uno de los índices una vez controlado el efecto del otro, con el modelo de regresión lineal múltiple. En esta ocasión, los cuatro parámetros estimados resultaron generalizables con una alta probabilidad de comportamiento similar en la población de la que se extrajo la muestra.

Por último, se tienen los resultados de un análisis diferenciado, por países, para el caso del modelo de regresión lineal simple. Veamos.



Como puede apreciarse, los índices **TECNO** y **PREMET** tiene un efecto similar sobre la ‘Autorregulación Escolar’ en casi todos los países.

Breves consideraciones finales

Se aprecia un avance vertiginoso de la ‘AI’, pero aún no ha sido lo suficiente para realizar una contribución considerable a la ‘Enseñanza Desarrolladora’ de la Matemática, puesto que se ha centrado en la presentación de los contenidos acabados, y en su fijación y evaluación; no en hacer pensar lógicamente a los educandos.

Los medios de enseñanza predecesores a la AI, logrados también con las TIC, pueden aportar más en esa dirección, al proporcionar más tiempo para el aprendizaje activo, así como al propiciar la utilización de *recursos heurísticos* potentes, como la ‘*variación de condiciones*’ y la ‘*búsqueda de relaciones y dependencias*’, entre otros.



XXIV Evento Internacional
“La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

La limitación mayor sigue siendo –aún con las TIC– la falta de preparación del educador para enseñar a pensar a sus educandos y a autorregularse durante el aprendizaje (esencialmente, en términos de autoestima y perseverancia).

Sin desconocer a la AI, la urgencia sigue siendo desarrollar la ‘**Inteligencia Natural**’; sin ella los futuros egresados de nuestros Sistemas Nacionales de Educación podrán ser grandes consumidores de recursos sostenidos con la AI, pero producidos por otros. La independencia tecnológica de nuestros países no podrá lograrse si no logramos que nuestras escuelas instruyan y formen aún mejor a las actuales generaciones de latinoamericanos.

Muchas gracias.

Referencias bibliográficas:

1. Aunión, J. A. (2006, 9 de enero). Las nuevas tecnologías mejoran el rendimiento en matemáticas en un 25%. *El País*.
https://elpais.com/diario/2006/01/09/educacion/1136761205_850215.html?outputType=amp
2. Carrasco, D. y Miranda, D. (2022). *LLECE: Taller de Análisis III* [presentación]. OREALC-UNESCO, Santiago.
3. DataScientest (2023). *La Inteligencia artificial: definición, historia, usos, peligros*.
<https://datascientest.com/es/inteligencia-artificial-definicion#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20inteligencia%20artificial%20fue,la%20visi%C3%B3n%20de%20la%20IA>
4. Hernández, S.; Santana, H.; Almeida, B. y Torres, P. A. (1992). Tratamiento de los procedimientos de solución. En S. Ballester (Ed.), *Metodología de la Enseñanza de la Matemática. Tomo I* (pp. 223-279). Editorial Pueblo y Educación.
5. Hoil, M. (2023a). *Hice una pequeña batalla entre Chatbots* [LinkedIn]
https://www.linkedin.com/posts/matiashoyl_ia-inteligenciaartificial-chatgpt-activity-7102715071159513088-5X4X?utm_source=share&utm_medium=member_android
6. _____ (2023b). *La AI es una aliada, no enemiga de la educación*. [LinkedIn]
https://www.linkedin.com/posts/matiashoyl_ia-inteligenciaartificial-chatgpt-activity-7098310076997722112-SLjG?utm_source=share&utm_medium=member_android
7. _____ (2023c). Los seres humanos retenemos solo el 5% de lo que aprendemos en una charla. Y el 10% de lo que leemos. [LinkedIn]
https://www.linkedin.com/posts/matiashoyl_ia-inteligenciaartificial-chatgpt-activity-7099419885276909569-ll2g?utm_source=share&utm_medium=member_android



XXIV Evento Internacional
“La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”
MATECOMPU 2023

Conferencia Inaugural. Dr. Cs. Paul A. Torres Fernández, PT e IT. UCMLH

8. International Association for the Evaluation of Educational Achievement [IEA] (2016). *Methods and procedures in TIMSS 2015*. (Ed.) Michael O. Martin, Ina V.S. Mullis, and Martin Hooper Publishers: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
9. Llaullipoma, J. A. (2023). *AI para la evaluación*. [LinkedIn] https://www.linkedin.com/posts/josellaullipoma_ia-para-la-evaluaci%C3%B3n-ugcPost-7124063481913307136-A4Jd/?utm_source=share&utm_medium=member_android
10. OREALC-UNESCO, Santiago (2016). *Reporte Técnico. Tercer Estudio Comparativo y Explicativo*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247123>
11. OREALC-UNESCO, Santiago (2021a). *Habilidades socioemocionales en América Latina y el Caribe. Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380240>
12. _____ (2021b). *Los aprendizajes fundamentales en América Latina y el Caribe. Evaluación de logros de los estudiantes. Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019). Resumen Ejecutivo*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380257>
13. _____ (2022). *Manual de uso de las bases de datos. Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019)*. UNESCO.
14. Parmar, D. (2023). *7 plataformas de aprendizaje de matemáticas basadas en IA para estudiantes de todos los niveles*. <https://geekflare.com/es/ai-based-mathematics-learning-platforms>
15. Polya, G. (1978). *Cómo plantear y resolver problemas*. Editorial Trillas.
16. Sánchez, E. (2023, mayo 27). La crítica de Chomsky al ChatGPT. *Cambio*. <https://cambiocolombia.com/tecnologia/la-critica-de-chomsky-chatgpt>
17. Street, F. (2023). *All models are wrong*. [Blog] <https://fs.blog/all-models-are-wrong>
18. Torres, P. A. (2013). *El arte de enseñar científicamente. Consejos útiles para docentes noveles*. Editorial Pueblo y Educación.
19. _____ (2021). Más allá de los avances en las TIC, el papel del diálogo en la enseñanza de la Matemática. [conferencia Inaugural] *XXII Edición del evento “La Matemática, la Estadística y la Computación: enseñanza y aplicaciones”, MATECOMPU 2021*. Varadero, Cuba. https://drive.google.com/file/d/1YYHKGtHWeZ6FHtxdi_pBTWiDf1NhLHzq/view?usp=drive_link