

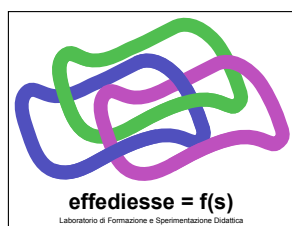
# Book of Abstracts

WORKSHOP 2025 DIGIMATH

Il ruolo delle tecnologie digitali a supporto della didattica della  
matematica: esperienze di buone pratiche a livello universitario

Milano, 15 - 16 Luglio 2025

Laboratorio di Formazione e Sperimentazione Didattica - FDS  
Dipartimento di Matematica - Politecnico di Milano



## Editors

Caterina Bassi<sup>1</sup>, Domenico Brunetto<sup>1</sup>, Monica Conti<sup>1</sup>, Michele G. Fiorentino<sup>2</sup>, Annamaria Miranda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano

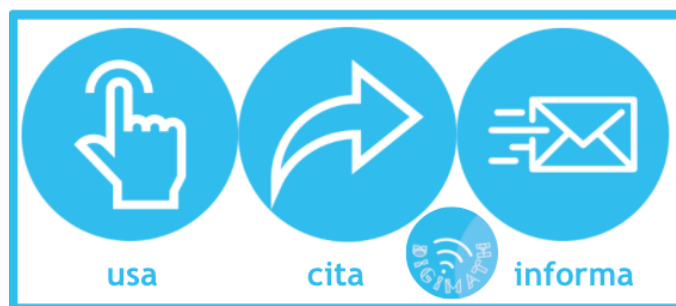
<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Formazione Primaria, Psicologia e Comunicazione, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

<sup>3</sup>Dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Salerno

Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano  
Milano, 15–16 Luglio 2025

ISBN: 978-88-6493-1265

© 2025 Gli Autori. Distribuito con licenza Creative Commons CC BY 4.0.



## Sono un matematico, Jim, non uno zoologo!

Uno studio esplorativo sull'uso delle LLM come costruttrici di mondi per problemi di realtà per studenti universitari dei corsi di servizio

**Ottavio G. Rizzo<sup>1</sup>, Sara Vergallo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Università degli Studi di Milano

<sup>2</sup> Università degli Studi di Macerata

Ottavio.Rizzo@unimi.it

La matematica fa paura. Per gli studenti di scienze della vita ancora di più e «is perceived by most of its victims as being authoritarian and not intrinsic to real life situation» (Bishop & Eley, 2001). La rottura del ciclo di auto-regolazione fra *engagement*, riflessione e anticipazione (Schunk & Zimmerman, 1998) porta gli studenti a perdere ogni interesse e comprensione del contenuto matematico (Tariq et al., 2005). D'altro canto, un modo efficace per (ri)ottenere l'*engagement* degli studenti è il lavorare su problemi (Krawitz et al., 2025) che siano rilevanti per loro, ovvero «situazioni problematiche che siano reali dal punto di vista dell'esperienza dello studente» (Gravemeijer & Doorman, 1999).

Rizzo (in stampa) definisce, in analogia con la terminologia usata per descrivere la fantascienza (Cramer, 2003), due categorie di problemi di realtà a contenuto scientifico: una in cui il contesto scientifico non è che un velo su un normale esercizio di un corso di istituzioni, e una in cui l'interpretazione matematica del problema può anche essere radicalmente diversa fra le due comunità di pratica: quella dei matematici e quella degli scienziati (Rogovchenko & Rogovchenko, 2023). Chiamiamo il primo tipo di problema, un *soft sci-problem*, e il secondo, dove «the science provides the illusion of realism, the setting should not compromise fidelity to scientific facts for didactical purposes or, if it does, this should happen in such a way that the student does not much notice» (Rizzo, 2025), un *hard sci-problem*.

Per costruire un buon *hard sci-problem* occorre combinare alla conoscenza del contenuto matematico e dei relativi aspetti pedagogici (Ball et al., 2008) la conoscenza di una disciplina scientifica: solitamente sarà necessario un gruppo interdisciplinare (King et al., 2023) ma, accettando compromessi sull'aspetto *scientifico* del problema, il percorso che può portare un docente di un corso di Istituzioni — ovvero qualcuno con una conoscenza delle scienze poco più che liceale — a creare simili contenuti è:

1. Riconoscere un esempio potenzialmente fruttifero
2. Ricercare fonti sull'esempio e trarne una comprensione sommaria
3. Scrivere un problema scientificamente sensato, matematicamente significativo e pedagogicamente opportuno

La collaborazione con un esperto nel campo può far superare il punto 3 e, supponendo che un linguaggio comune possa essere stabilito (Ju et al., 2016) anche il punto 2. Il punto 1 rimane però il più complicato: chiedergli «Mi puoi dare un esempio in cui nella tua disciplina si usa una funzione di una variabile reale che non sia troppo banale ma neanche troppo difficile perché gli studenti devono farne lo studio di funzione senza usare il computer?» difficilmente darà risposte utilizzabili.

Una LLM (*Large Language Model*) si autodefinisce come «un modello statistico del linguaggio naturale basato su reti neurali di grandi dimensioni, addestrato su vasti corpora testuali. Utilizza l'apprendimento auto-supervisionato ed è in grado di generare testi, rispondere accuratamente a domande e completare altri compiti linguistici con un'elevata precisione». (OpenAI, 2024)

Grazie a meccanismi di *self-attention* e all'architettura *Transformer* (Vaswani et al., 2017) che la rendono in grado di valutare l'importanza di diverse parole in una sequenza, catturando efficacemente dipendenze a lungo termine e relazioni contestuali (Luo et al., 2023), una LLM è in grado sia di comprendere il contesto che di fornire un ampio ventaglio di possibili risposte, permettendo di affrontare efficacemente sia il punto 1 che, grazie alla sua capacità di riassumere e semplificare un testo dato un certo livello di competenza, il punto 2.

Per assicurarci che questo approccio abbia aumentato l'*engagement* degli studenti abbiamo ritenuto fosse utile procedere sia con dei questionari che con delle interviste, ritenuti entrambi buoni strumenti per stimolare i processi di riflessione del ciclo di auto-regolazione degli studenti citato sopra; i questionari verranno somministrati durante il prossimo anno accademico mentre, ad ora, abbiamo condotto un primo round di interviste alla fine di un appello estivo, dunque non uno dei primi appelli disponibili. Le interviste sono state condotte individualmente a 8 studenti volontari. Per riassumere ciò che emerso possiamo dire che i problemi contestualizzati in ambito naturalistico sono stati molto apprezzati e sono stati definiti *utili* per affrontare gli insegnamenti successivi, sebbene più *difficili* e meno *meccanici* di questi ultimi. È emerso inoltre che gli studenti, alla fine di un insegnamento di istituzioni matematiche condotto con questa modalità, siano perfettamente consapevoli dell'importanza della matematica nel loro corso di studi e nella loro carriera futura. Ne sono consapevoli al punto da ritenersi preoccupati per il fatto di non essere in grado, autonomamente, di applicare modelli matematici a contesti reali. Abbiamo trovato questo aspetto molto interessante in quanto sia prova della loro profonda motivazione a migliorare il loro livello di matematica. Affrontare il corso di istituzioni rimane però un ostacolo per questi studenti, in particolare per coloro che non escono da un liceo scientifico, i quali affermano di aver iniziato il corso senza le basi necessarie e di non essere mai riusciti a colmare le loro lacune.

I nostri studi preliminari ci portano quindi a concludere che una LLM possa effettivamente essere usata come partner nella creazione di *hard sci-problem*, purché il docente abbia un buon livello di *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) per interagire in modo fruttuoso con l'LLM e un buon livello di *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) per riconoscere gli elementi, nella letteratura delle scienze della vita, che possano fornire problemi rilevanti per gli studenti.

Per migliorare ulteriormente l'*engagement* intendiamo implementare una *didattica differenziata* (Tomlinson, 2010) basata sulla differenziazione del lavoro per campi di interesse degli studenti (zoologia, botanica, ecologia, paleontologia). Una volta che avremo creato un sostanzioso dataset di problemi intendiamo coinvolgere i docenti di diverse discipline, chiedendo un consulto poco dispendioso, per assolvere al nostro punto 3 e garantire agli studenti la somministrazione di problemi autentici e coerenti.

## Bibliografia

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bishop, R., & Eley, A. (2001). Microbiologists and maths. *Microbiology Today*, 28(May), 62–63.
- Cramer, K. (2003). Hard science fiction. In E. James, & F. Mendlesohn (Eds.), *The Cambridge Companion to Science Fiction* (pp. 186–196). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CCOL0521816262.014>

- Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational Studies in Mathematics*, 39(1–3), 111–129. <https://doi.org/10.1023/a:1003749919816>
- Ju, B., Jin, T., & Stewart, J. B. (2016). Investigating communication hindrance in interdisciplinary collaboration: A grounded theory approach. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 53(1), 1–4. <https://doi.org/10.1002/pr2.2016.14505301113>
- King, D., Greenwood, A., & Jennings, M. (2023). A contextualised calculus unit for science students. In T. Dreyfus, A. S. González-Martín, J. Monaghan, E. Nardi, & P. Thompson (Eds.), *The Learning and Teaching of Calculus Across Disciplines* (pp. 117–120). MatRIC.
- Krawitz, J., Schukajlow, S., & Hartmann, L. (2025). Does problem posing affect self-efficacy, task value, and performance in mathematical modelling? *Educational Studies in Mathematics*, 119, 445–466. <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10385-1>
- Luo, Q., Zeng, W., Chen, M., Peng, G., Yuan, X., & Yin, Q. (2023). Self-Attention and Transformers: Driving the Evolution of Large Language Models. *2023 IEEE 6th International Conference on Electronic Information and Communication Technology (ICEICT)* (pp. 401–405). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEICT57916.2023.10245906>
- OpenAI. (2024). ChatGPT (GPT-4o) [Large language model]
- Rizzo, O. G. (in press). LLMs as world builders for authentic problems in calculus for STEM students. In *Proceedings of the Second Conference on the Learning and Teaching of Calculus in Other Disciplines*.
- Rogovchenko, Y., & Rogovchenko, S. (2023). Mathematics education of future biologists: A strong need for brokering between mathematics and biology communities of practice Interdisciplinary mathematics education. In T. Dreyfus, A. S. González-Martín, E. Nardi, J. Monaghan, & P. W. Thompson (Eds.), *The Learning and Teaching of Calculus Across Disciplines – Proceedings of the Second Calculus Conference* (pp. 161–165). MatRIC.
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (1998). *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice*. Guilford Press.
- Tariq, V., Stevenson, J., & Roper, T. (2005). Maths for Biosciences. *MSOR Connections*, 5(2), 39–43.
- Tomlinson, C. A., & Imbeau, M. B. (2010). *Leading and Managing a Differentiated Classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Vaswani, A., Brain, G., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention Is All You Need. In U. von Luxburg, I. Guyon, S. Bengio, H. Wallach, & R. Fergus (Eds.), *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems* (pp. 6000–6010). Curran Associates.